

# Será que as Olimpíadas de Física podem contribuir para um melhor ensino experimental?

Filipa Oliveira, José António Paixão

CFisUC, Departamento de Física, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, R. Larga, 3004-516 Coimbra

filipa.oliveira@uc.pt

## Resumo

Num extenso estudo realizado sobre as Olimpíadas de Física em Portugal, baseado em questionários aplicados nas várias fases da competição entre 2011 e 2015, aos quais responderam 2685 alunos e 584 professores, investigou-se o potencial das Olimpíadas de Física, não só para divulgação da Física e captação de jovens talentos para esta ciência, mas também para sinalizar problemas no ensino e na aprendizagem da Física, com foco na componente experimental.

Apresentam-se neste trabalho alguns resultados da análise das respostas a estes questionários, que apontam para algumas fragilidades no ensino experimental da Física nas escolas portuguesas.

## 1. Introdução

As competições de Ciência pré-universitárias são uma das estratégias de promoção da Ciência junto dos jovens [1]. Muitos países têm procurado atrair jovens para as áreas científicas de base, como a Física, e para as Engenharias, através das competições de ciência. Para além da divulgação da Ciência, mobilizando em larga escala a comunidade escolar, estas competições têm ainda o potencial de sinalizar os alunos mais talentosos em áreas científicas.

As mais antigas competições deste tipo são, provavelmente, as de problemas matemáticos para estudantes do Ensino Primário e Secundário, com grande tradição nalguns países. Desde 1885 que a Roménia organiza uma destas competições [2], país também fundador da primeira Olimpíada Internacional de Matemática que, em 1959, envolveu 7 países do antigo bloco de Leste. Esta competição serviu de inspiração aos físicos, tendo a primeira Olimpíada Internacional de Física (IPhO - *International Physics Olympiad*) decorrido na Polónia, em 1967. Contando na primeira edição com apenas 5 países e 15 estudantes, a IPhO foi crescendo em número de países e de participantes [3]. Nos últimos anos têm participado cerca de 90 países, com ampla cobertura geográfica, à exceção do continente africano (Fig. 1).

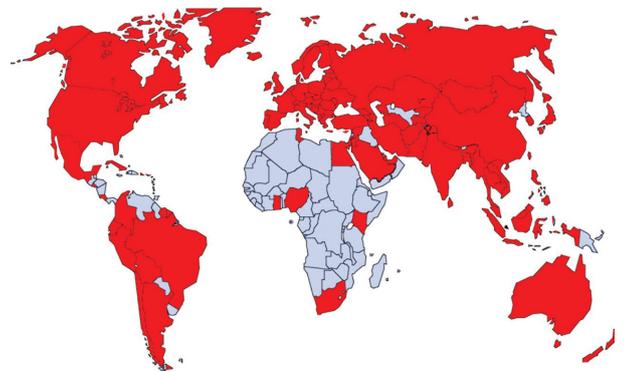


Fig. 1 - Mapa assinalando (a vermelho) todos os países envolvidos na IPhO. Fonte: Imagem da autoria de Fernando Nogueira.

Atualmente, existem mais de uma dezena de Olimpíadas Internacionais de Ciência para jovens (Química, Biologia, etc.) e Portugal participa em 8 dessas competições. A UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura) apoiou a sua implementação e disseminação numa fase inicial. Outros organismos, como a EPS (*European Physical Society*) e a IUPAP (*International Union of Pure and Applied Physics*) reconhecem o valor destas iniciativas. Em 1991, a IUPAP atribuiu à IPhO a medalha de ouro da sua divisão de educação [3,4]. Para além da competição, a IPhO promove a cooperação internacional e a partilha de ideias, experiências e realidades nacionais relativas ao ensino da Física [5].

Cada país pode participar na IPhO com um máximo de 5 alunos pré-universitários (idade < 20 anos), e 2 professores *team-leaders*. Os estudantes realizam, individualmente, uma prova teórica e uma prova experimental [3,5], enquadradas num programa olímpico (*Syllabus*) [6]. Portugal participou como observador na IPhO em 1993, tendo competido a partir de 1994 [4,7]. A IPhO'2018 decorrerá em Lisboa, de 21 a 29 de julho, organizada pela Sociedade Portuguesa de Física (SPF). Para além da IPhO, Portugal também participa na

Olimpíada Ibero-americana de Física (OlBF). A primeira edição da OlBF decorreu em 1991, na Colômbia [8]. Atualmente participam na OlBF cerca de 20 países, representados por um máximo de 4 alunos e 2 professores. Tal como na IPhO, as provas (teórica e experimental) são realizadas individualmente pelos alunos.

As Olimpíadas de Física portuguesas são da responsabilidade da SPF, que iniciou esta competição em 1985 [9]. A Comissão Nacional das Olimpíadas de Física é responsável pela organização das Olimpíadas Regionais de Física (ORF), Olimpíadas Nacionais de Física (ONF), e ainda pela seleção e preparação dos alunos que representam Portugal na IPhO e na OlBF. Nas Olimpíadas Regionais e Nacionais os alunos competem em 2 escalões (A: alunos até ao 9º Ano de escolaridade, competindo em equipas com um máximo de 3 alunos; B: alunos até ao 11º Ano, que competem individualmente). Algumas escolas realizam ainda desde 2015 uma etapa escolar, para a seleção dos seus representantes em cada escalão na etapa regional. Para o efeito, a SPF disponibiliza, em cada ano, uma prova padrão que poderá ser usada nesta etapa [10].

O nível das provas da IPhO é muito elevado, bem acima do nível do Ensino Secundário da maioria dos países. Ainda assim, alguns assumem que a IPhO pode servir de padrão para aferir o ensino pré-universitário, e organismos oficiais monitorizam o desempenho e apoiam programas de treino específico com vista à melhor prestação das suas equipas [11]. Quando o *Syllabus* olímpico está muito distante dos programas nacionais, há uma tendência crescente para implementar escolas de talentos nacionais, ligadas à preparação das equipas olímpicas, mas que podem servir uma comunidade mais alargada de alunos [12,13]. Em Portugal, esta preparação é realizada no âmbito do *Quark!*-Escola de Física para jovens da Universidade de Coimbra [14]. O potencial das Olimpíadas não se esgota, porém, nesta estreita faixa de alunos de excelência, já que as competições nacionais organizadas “em pirâmide”, procuram motivar, estimular e desenvolver a aprendizagem envolvendo não só os bons alunos, mas a restante população escolar [15-19]. Para além destas finalidades, as Olimpíadas também podem servir para diagnosticar problemas no ensino [17], inspirar abordagens didáticas inovadoras e a introdução de novos tópicos no Ensino Secundário.

## 2. Problemática de investigação

As atividades experimentais das Olimpíadas de Física exigem aos alunos boas capacidades de compreensão e interpretação do enunciado, um conjunto estruturado de conhecimentos científicos, destreza manual para montar as experiências individualmente (sem qualquer tipo de ajuda), autonomia para recolher os dados e registá-los corretamente numa tabela com as respetivas unidades e as suas incertezas.

Deverão, ainda, saber apresentar os dados em gráficos em papel milimétrico (com escalas e unidades) e analisá-los. Para a análise e o tratamento de dados, podem recorrer apenas à calculadora científica [5]. As provas experimentais olímpicas podem não explicitar detalhadamente todos os passos da execução e estratégia de recolha de dados, que fica a cargo do estudante. Em contraste, nas atividades experimentais realizadas na escola o professor faz um enquadramento teórico prévio, muitas vezes recorrendo a um conjunto de questões pré-laboratoriais para preparação da atividade. Os protocolos dos manuais escolares detalham os procedimentos, as atividades são realizadas em grupo e o tratamento de dados é feito, habitualmente, recorrendo à calculadora gráfica [20].

O desempenho dos alunos portugueses tem evoluído ao longo dos 23 anos de participação na IPhO. Nos anos mais recentes, têm mostrado mais dificuldades na prova experimental do que na teórica e as suas prestações denunciam falta de algumas competências experimentais. Mas nem sempre foi assim. Na primeira década de participação na IPhO, havia um desempenho superior na prova experimental, comparativamente à teórica. Pode-se verificar, grosso modo, que o desempenho na prova teórica foi melhorando ao longo dos anos, mas houve alguma regressão na prestação experimental [21]. Se esta situação resulta de um *deficit* de realização de atividades experimentais no ensino da Física em Portugal, ou da tipologia das atividades realizadas, deve ser motivo de estudo.

## 3. Estudo Empírico

### 3.1. Objetivo e metodologia

Para investigar este problema, realizou-se o presente trabalho sobre as Olimpíadas de Física, baseado num questionário promovido em parceria com a SPF, que é o primeiro estudo [22] alargado realizado em Portugal sobre esta competição. Procurou-se caracterizar a competição e os seus intervenientes, alunos e docentes, inquirir sobre o seu potencial para motivar alunos para a Física, bem como para diagnosticar problemas e procurar desenvolver soluções para melhorar o ensino desta disciplina [11,19]. Neste aspeto, a nossa atenção centrou-se na componente experimental.

No estudo foram aplicados 7 questionários<sup>1</sup> às populações olímpicas: 1) alunos da ORF; 2) professores da ORF; 3) alunos da ONF; 4-5) alunos da IPhO (antes e depois da competição); 6-7) alunos da OlBF (antes e depois da competição). Os questionários cobrem vários tópicos, sendo que neste artigo o nosso foco recai sobre algumas questões relativas à componente experimental. Antes da sua aplicação, os questionários foram validados pela Comissão Nacional das Olimpíadas de Física e testados numa pequena amostra de professores e alunos.

### 3.2. Caracterização das amostras

Os questionários foram aplicados aos professores e alunos participantes nas várias etapas das Olimpíadas de Física, entre 2011 e 2015. A Tab. 1 apresenta a caracterização das

<sup>1</sup> Os questionários podem ser consultados em <http://algol.fis.uc.pt/spf/questionarios.pdf>.

amostras dos alunos que participaram nas várias fases da competição, no que diz respeito a idade, género e escalão olímpico, já a Tab. 2 caracteriza a amostra dos professores, relativamente à idade e a formação académica.

### 3.3. Alguns resultados dos questionários

	Fase Regional	Fase Nacional	Fase IPhO	Fase OIbF
<b>Nº sujeitos</b>	n = 2376	n = 273	n = 20	n = 16
<b>Idade</b>	13 anos 0,55%	13 anos 0,7%		
	14 anos 34,14%	14 anos 25,3%		
	15 anos 21,12%	15 anos 21,6%	17 anos 40%	17 anos 44%
	16 anos 27,67%	16 anos 26,4%	18 anos 60%	18 anos 56%
	17 anos 15,46%	17 anos 24,5%		
	18 anos 0,93%	18 anos 1,5%		
	19 anos 0,13%			
<b>Género</b>	M - 58%	M - 70%	M - 95%	M - 87%
	F - 42%	F - 30%	F - 5%	F - 13%
<b>Escalão olímpico</b>	A - 56%	A - 47%	B - 100%	B - 100%
	B - 44%	B - 53%		

Tab. 1 - Caracterização das amostras dos alunos que responderam ao questionário das Olimpíadas de Física nas fases ORF, ONF, IPhO/OIbF.

Professores das Olimpíadas Regionais de Física	
<b>Nº sujeitos</b>	n = 584
<b>Idade</b>	Média 43 anos
<b>Escalões dos alunos que acompanham</b>	A - 48%
	B - 39%
<b>Formação base na Universidade</b>	A e B - 13%
	Ensino de Física e Química - 34,4%
	Eng. Química - 20,0%
	Química - 13,4%
	Física para o ensino - 13,0%
	Química para o ensino - 12,6%
	Física - 2,7%
	Bioquímica - 1,7%
	Ciências Farmacêuticas - 0,6%
	Eng. Física - 0,6%
	Química Industrial - 0,6%
	Matemática - 0,2%
	Ensino de Biologia e Geologia - 0,2%
<b>Para além da licenciatura, tem outro grau académico ou alguma especialização</b>	Outra Licenciatura - 12%
	Mestrado - 62%
	Doutoramento - 4%
	Pós Doutoramento - 0%
	Especialização - 22%
	Outro - 0%

Tab. 2 - Caracterização da amostra dos professores que responderam ao questionário das Olimpíadas Regionais de Física de 2011 a 2015.

Todos os professores inquiridos declararam realizar atividades experimentais nas suas aulas, sendo que a maioria deles as realiza com periodicidade quinzenal (43%) ou mensal (25%). Menos de um quarto dos professores (21%) declarou realizar atividades semanalmente. Inquiridos sobre os principais motivos que impedem a realização, ou o incremento da frequência, das aulas experimentais, mais de metade dos professores referiu a falta de tempo. A segunda causa mais assinalada foi

a falta de material, mas apenas 8% referiu como impedimento a inexistência de um laboratório na escola. A existência generalizada de laboratórios escolares, refletirá o investimento que tem sido feito nos últimos anos com o programa “Parque Escolar” [23] (Fig.2).

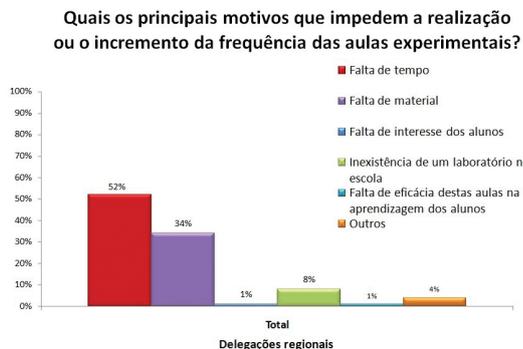


Fig. 2 - Motivos que impedem a realização ou incremento da frequência de aulas experimentais.

Quando questionados sobre a importância do ensino experimental, a esmagadora maioria (99%) dos professores da ORF considerou-o uma mais-valia para a aprendizagem. Quanto ao nível de interesse demonstrado pelos seus alunos nas atividades experimentais, 68% dos professores classificou-o de “Bastante” e 25% de “Imenso”.

Relativamente à organização das aulas experimentais, a maioria dos professores divide a turma em grupos de 3 ou mais alunos (Fig.3), raramente (4%) os alunos realizam experiências em pares e nunca individualmente. É ainda de salientar que 7% dos professores faziam só aulas demonstrativas, e 13% realizavam eles próprios as experiências, delegando nos alunos apenas o tratamento e análise dos dados.

#### Caso sejam realizadas aulas experimentais, como são organizadas?

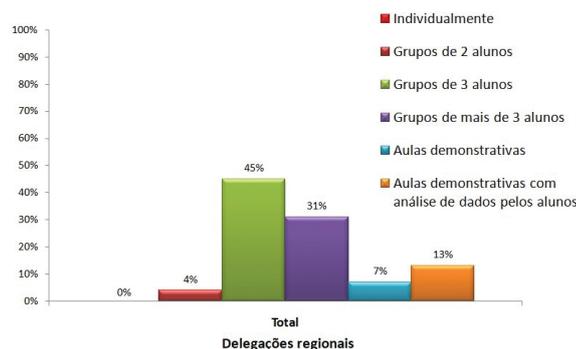


Fig. 3 - Organização das aulas experimentais.

Pronunciando-se sobre a forma como gostariam que decorressem as aulas da disciplina de Ciências Físico-Químicas, a maioria dos alunos<sup>2</sup> (57%) gostaria de aulas teóricas intercaladas com componente experimental, realizando eles as próprias experiências, enquanto que 37% prefere incluir também demonstrações realizadas pelo professor, em complemento

<sup>2</sup>Escalões A e B das ORF.

à realização das atividades experimentais. Apenas 1% dos alunos inquiridos indicou que preferia aulas exclusivamente teóricas, e 5% aulas teóricas intercaladas com demonstrações realizadas pelo professor, sem experimentação a cargo dos alunos. Estes resultados (de 2011-2015) devem ser comparados com a análise de um artigo recente baseado em inquéritos aos alunos da ORF (região Sul e Ilhas) de 2017 [24], onde a maioria dos 126 alunos inquiridos acha a carga horária laboratorial insuficiente, mas os que declararam a intenção de seguir cursos de Física no 12º Ano e na Universidade referem um excesso de carga horária das aulas laboratoriais no Ensino Secundário.

Relativamente à formação dos docentes em ensino experimental, 89% dos professores auscultados sente necessidade de formação específica nesta área e 87% considerou que não havia suficiente oferta formativa. Inquiridos sobre o número de ações de formação em ensino experimental frequentadas em cada ano letivo, constatou-se que 57% não frequentou nenhuma ação de formação e 43% frequentou entre 1 a 3 ações de formação.

Inquiridos sobre as temáticas em que os professores consideram encontrar mais dificuldades no ensino da componente experimental, sobressaem das respostas a Física Moderna (22%), o Eletromagnetismo (19%) e a Eletricidade/Eletrónica (17%). Em contraste, a Mecânica teve apenas 4% de escolha, o que não é surpreendente dado este ser o tema mais presente nos *Curricula*.

No que diz respeito à dificuldade das provas das Olimpíadas de Física, os professores acompanhantes dos alunos na ORF reconheceram, maioritariamente, o grau de dificuldade das provas experimentais. Na sua opinião, estas são difíceis (55%) ou mesmo muito difíceis (40%) para o aluno médio; já para os melhores alunos da turma, 65% dos professores considerou-as difíceis, mas 28% já as considerou fáceis, sendo que apenas 5% destes docentes as considerou muito difíceis para os melhores alunos (Fig.4).

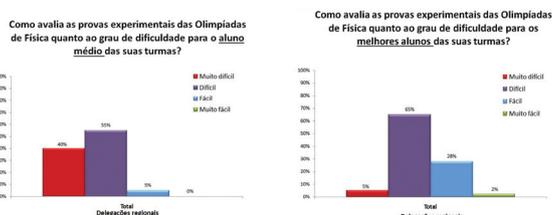


Fig. 4 - Avaliação dos professores sobre o grau de dificuldade das provas experimentais olímpicas.

Quanto à percepção dos alunos, os mais novos (escalão A) consideraram maioritariamente difíceis os problemas teóricos das ORF e ONF, mas as opiniões dividem-se relativamente à prova experimental.

Ainda que cerca de 30% dos alunos inquiridos considere esta componente fácil, mais de 60% dos alunos considera-a difícil ou muito difícil (Figura 5).

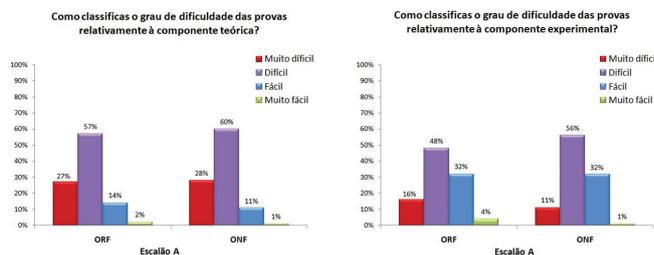


Fig. 5 - Resultados dos alunos do escalão A sobre o grau de dificuldade das provas nas ORF e ONF.

Os alunos do escalão B consideram maioritariamente difícil a componente experimental das provas, sendo o seu grau de dificuldade comparável ao da componente teórica (Figura 6).

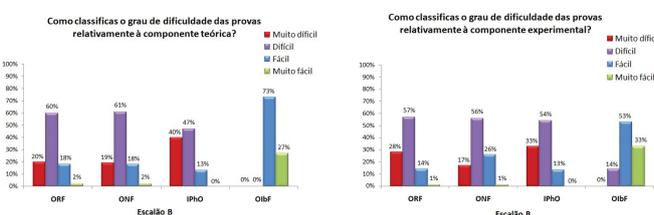


Fig. 6 - Resultados dos alunos do escalão B sobre o grau de dificuldade das provas nas ORF, ONF, IPhO/OIbF.

As Olimpíadas de Física organizam-se por etapas, iniciando-se na fase de Escola (quando existe), seguindo-se a ORF, a ONF, a IPhO/OIbF. Há, naturalmente, uma gradação na dificuldade à medida que os alunos progredem de uma fase para a seguinte. É suposto que, da primeira à última fase, as provas permitam selecionar os alunos mais talentosos do seu grupo competitivo, mas que sejam, ainda assim, acessíveis ao aluno médio/bom do seu grupo. Atendendo à natureza seletiva intrínseca à competição, é natural que os problemas destas provas sejam mais difíceis do que os habitualmente trabalhados pelos alunos na escola, mas uma parte desta dificuldade reside no fato de o tipo de problemas colocado diferir, sobretudo nos escalões mais elevados, daquele a que os alunos estão habituados a resolver.

A percepção dos alunos relativamente ao aumento da dificuldade da prova à medida que se progride nas etapas é, consequentemente, natural. O caso da OIbF é uma exceção, já que a maioria dos inquiridos, que participaram na competição, considerou as provas "fáceis". Esta exceção, tem uma justificação. Os alunos portugueses que competem na IPhO e na OIbF têm treino semelhante, mas as provas da OIbF são mais simples do que as da IPhO.

A maior descontinuidade no grau de dificuldade dá-se, sem dúvida, na passagem da ONF para a IPhO. Contudo, os resultados dos inquéritos não traduzem esta realidade, porque os alunos vão sendo triados à medida que progredem na competição, e vão sendo preparados para as fases seguintes. O

próprio referencial de comparação dos alunos vai mudando ao longo do seu percurso. Certamente, os alunos da seleção Internacional Olímpica (IPhO) não responderam à questão tendo como referência o conhecimento médio dos seus colegas do Ensino Secundário, até porque foram sujeitos a uma prova de seleção muito exigente.

A dificuldade na compreensão do enunciado da prova experimental (saber o que fazer) foi o aspeto mais referido pelos alunos do escalão A, a que acresce a dificuldade na utilização dos equipamentos no escalão B (Figuras 7 e 8).

### Quais os aspetos que consideras mais difíceis na componente experimental?

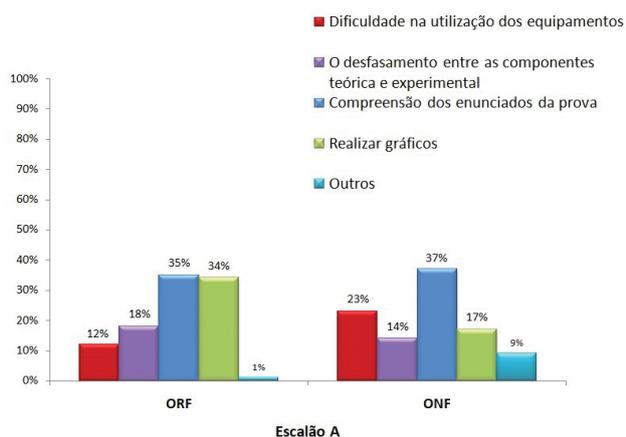


Fig. 7 - Resultados dos alunos do escalão A sobre os aspetos mais difíceis na componente experimental das provas olímpicas.

### Quais os aspetos que consideras mais difíceis na componente experimental?

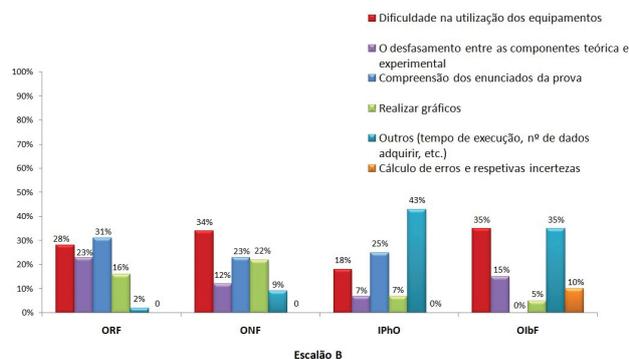


Fig. 8 - Resultados dos alunos do escalão B sobre os aspetos mais difíceis na componente experimental das provas olímpicas.

Em geral, os manuais apresentam problemas teóricos e experimentais com textos mais dirigidos, por isso os alunos não estarão habituados ao tipo de enunciado “olímpico”.

É também interessante analisar como a participação nas Olimpíadas de Física permite difundir o conhecimento e fomentar a criatividade no espaço escolar, já que as provas têm um estilo diferente das escolares, ainda que recorrendo a materiais simples [25]. Quase todos os professores (94%) reconheceram esta valência nas Olimpíadas, o que é gratificante (Fig.9).

### Considera que a participação nesta competição difunde o conhecimento e fomenta a criatividade na aplicação de novas ideias no seu espaço letivo?

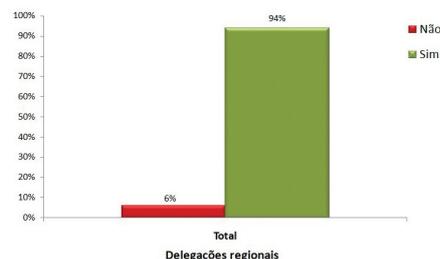


Fig. 9 - Opinião dos professores sobre os efeitos da competição no espaço letivo.

O potencial das Olimpíadas de Física para aumentar o interesse pela Física mostra também nos participantes resultados bastante satisfatórios (Figura 10).

### O facto de teres participado nas Olimpíadas de Física, aumentou o teu interesse pela Física?

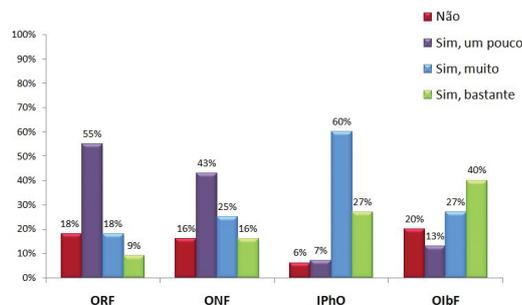


Fig. 10 - Resultado das respostas dos alunos sobre o aumento do interesse pela Física após a participação nas Olimpíadas.

## 4. Conclusões

A presente investigação assume-se como um primeiro olhar para os problemas no ensino da Física, visto através de uma população especialmente interessada e motivada - os professores e alunos que participam nas Olimpíadas de Física.

Os participantes inquiridos valorizaram as aulas experimentais e reconheceram-lhes vantagens para o processo ensino-aprendizagem. Algumas dificuldades identificadas pelos professores na prática do ensino experimental, sobretudo as faltas de tempo, material e de formação contínua adequada, são corroboradas por outros estudos [26-30], e são problemas crónicos do ensino das Ciências em Portugal.

As provas olímpicas exigem que os alunos tenham um leque diversificado de competências conceptuais e operacionais. Possivelmente as segundas estão pouco desenvolvidas porque as atividades experimentais nas escolas são realizadas sempre em grupo (sem garantia que todos os alunos coloquem as “mãos-na-massa”), com guiões detalhados, contando com a ajuda dos professores. O modelo de atividade experimental

olímpica faz uso de materiais simples e de baixo custo, e as temáticas estão enquadradas nos programas da disciplina de Ciências Físico-Químicas [10]. Mas, no escalão B, as atividades experimentais são realizadas individualmente e os procedimentos a realizar não são, por vezes, apresentados de forma explícita, obrigando o aluno a tomar decisões quanto à estratégia de recolha e análise dos dados. Esta será uma das razões pelas quais os alunos e os professores auscultados avaliaram as provas experimentais como difíceis ou muito difíceis.

Para alcançar o patamar Olímpico Internacional os alunos têm de superar várias provas e os nossos representantes na IPhO e na OlbF mostram, em geral, um percurso escolar ímpar com classificações muito elevadas no Ensino Secundário. Se estes bons alunos apresentam dificuldades na componente experimental, será de supor que o problema afetará também, possivelmente em maior medida, os restantes alunos da comunidade escolar. Neste sentido, as Olimpíadas de Física podem contribuir para identificar problemas e assim ajudar a melhorar o ensino experimental nas escolas portuguesas.

#### Referências

1. Competição de Ciência - Intel STS (<https://student.societyforscience.org/regeneron-sts>)
2. V. Berinde, "Romania: the Native Country of International Mathematics Olympiads: a Brief History of Romanian Mathematical Society", Baia Mare (2004)
3. W. Gorzkowski, "International Physics Competitions: International Physics Olympiads and First Step to Nobel Prize in Physics", Warszawa (1999)
4. M. Fiolhais, "A XXIV Olimpíada Internacional da Física", *Gazeta de Física* Nº1, Volume 17, p.20 (1994)
5. International Physics Olympiads, "Statutes" (<http://www.ipho.org/statutes.html>)
6. International Physics Olympiads, "Syllabus" (<http://www.ipho.org/syllabus.html>)
7. Sociedade Portuguesa da Física, "Relatório do Conselho Diretivo da SPF - Triénio 1990-1992", *Gazeta de Física* Nº1, Volume 16 (1993)
8. Olimpíadas Ibero-americanas, "Estatutos" (<http://olimpiadas.spf.pt/oibf2006/estatutos.shtml>)
9. Sociedade Portuguesa da Física, "Noticiário SPF - Olimpíadas de Física", *Gazeta de Física* Nº3, Volume 8, p.118 (1985)
10. Olimpíadas Portuguesas de Física - regulamento (<http://olimpiadas.spf.pt/regulamento.html>)
11. E.F. Redish, J.M. Saul e R.N. Steinberg, "Student expectations in introductory physics", *American Association of Physics Teachers* Nº3, Volume 66, p.212 (1998)
12. Escola na Roménia (site em romeno) (<http://liceu.ichb.ro/>)
13. Escola no Canadá "POPTOR" (<https://www.physics.utoronto.ca/physics-at-uoft/outreach/physics-olympiad-training-in-toronto-poptor-february-2016/physics-olympiad-training-in-toronto-poptor/?searchterm=POPTOR>)
14. Escola *Quark!* - Escola de Física para jovens (<http://quark.fis.uc.pt/>)
15. R. O'Kennedy, M. Burke, P. Kampen, P. James, M. Cotter, W. Browne, C. O'Fagain e E. McGlynn, "The First EU Science Olympiad (EUSO): a model for science education", *Journal of Biological Education* Nº2, Volume 39, p.58 (2005)
16. Z. Rajkovits e L. Markovich, "The influence of international competitions on the everyday physics teaching", *Physics Competitions* Nº1, Volume 6, p.64 (2004)
17. H. Jordens e L. Mathelitsch, "Physics competitions", *European Journal of Physics* Nº4, Volume 32, p.1 (2011)
18. G. Tibell "Student's skills developed by participation in International Physics Competitions" (<https://web.phys.ksu.edu/icpe/publications/teach2/Tibell.pdf>)

19. W. Gorzkowski, "International physics Olympiads (IPhO): Their history, structure and future", *Association of Asia Pacific Physical Societies - Bulletin* Nº3, Volume 17, p.2 (2007)
20. Programa de Física e Química dos 10º e 11º Anos ([http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Secundario/Documents/Documetos\\_Disciplinas\\_novo/Curso\\_Ciencias\\_Tecnologias/Fisica\\_Quimica\\_A-programa\\_fqa\\_10\\_11.pdf](http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Secundario/Documents/Documetos_Disciplinas_novo/Curso_Ciencias_Tecnologias/Fisica_Quimica_A-programa_fqa_10_11.pdf))
21. F. Nogueira, "Uma participação (quase) brilhante na XV OlbF", *Gazeta de Física* Nº 3/4, Volume 33, p. 35 (2010)
22. F. Oliveira, Tese de Doutoramento "Olimpíadas de Física, o gosto pelo desafio. Um contributo para o ensino experimental da Física.", Universidade de Coimbra, Coimbra (2018)
23. Programa de Modernização do Parque Escolar Destinado ao Ensino Secundário (<https://www.parque-escolar.pt/pt/programa/objetivos.aspx>)
24. P. Mendes, "Será que a carga horária de Físico-Química influencia os estudantes no seu gosto pela Física?", *Gazeta de Física* Nº 2, Volume 40, p. 328 (2017)
25. Olimpíadas de Física (<https://olimpiadas.spf.pt/regionais/regionais.shtml>)
26. A. Cachapuz, I. Malaquias, I. P. Martins, F. Thomaz, N. Vasconcelos, "O trabalho experimental nas aulas de Física e Química: uma perspectiva nacional", *Gazeta de Física* Nº 2, Volume 12, p. 65 (1989)
27. A. Martins, I. Malaquias, A. Campo, D. Martins et al., "Livro Branco da Física e da Química - Diagnóstico 2000 - Recomendações 2002", Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa (2002)
28. C. Silva, Tese de Doutoramento "A investigação didáctica e o trabalho laboratorial: um estudo sobre as percepções e práticas de professores de Física de 10º ano de escolaridade", Universidade do Minho, Braga (2009)
29. A. Mota, Tese de Doutoramento "Ensaio prático do movimento Core Knowledge no ensino da Física em Portugal", Universidade do Porto, Porto (2011)
30. J. Rebuge, Tese de Mestrado "O Trabalho Experimental nas aulas de Física e Química: concepções e práticas dos professores nas Escolas Secundárias de São Miguel-Açores", Universidade dos Açores, Ponta Delgada, (2011)



**Filipa Oliveira** Licenciada em Física (ramo educacional), Mestre em Ensino da Física e da Química e doutorada em Ensino das Ciências, ramo de Ensino da Física pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Desde a finalização da licenciatura, em 2006, sempre trabalhou na área da Comunicação de Ciência.



**José António Paixão** Doutorado em Física da Matéria Condensada (1994), Professor Catedrático do Departamento de Física da Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Vice-Presidente da SPF, Diretor do *Quark!*-Escola de Física para Jovens da UC e Coordenador da IPhO'2018.