



Os conteúdos e os tipos de itens avaliados nas Olimpíadas Brasileiras de Física: Edições entre 2014 e 2018

João Paulo de Castro Costa^a, Lara Melanie B. Morais^a, Sofia Lopes Isenmann^a, Mirela de Castro Santos^{a,b}

^aCentro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus Timóteo, Departamento de Formação Geral, Timóteo, MG, Brasil

^bUniversidade Federal Fluminense, Instituto de Física, Niterói, RJ, Brasil

ARTICLE INFO

Recebido: 05 de março de 2018

Aceito: 02 de abril de 2018

Disponível on-line: 01 de maio de 2018

Palavras chave: Olimpíada Brasileira de Física, Avaliação, Objetos de Conhecimento.

E-mail:

joaopaulo@cefetmg.br

laramorais812@gmail.com

sofialopes216@gmail.com

mirela@cefetmg.br

ISSN 2007-9842

© 2018 Institute of Science Education.

All rights reserved

ABSTRACT

The Brazilian Physics Olympic (OBF) is an annual event promoted by Brazilian Physics Society (SBF), since 1989, it aimed to students of all high school levels and the final years of primary school. The goals of this work are verify in all questions of level II and III tests applied between 2014 and 2018, the frequency of Physics contents (knowledge objects) presumed in OBF programs and classify according the way were elaborated. It was conducted an study of all versions of OBF contents programs, in the analyzed sample, in order to categorize the knowledge objects (OC) and each one received a classification code. Then the questions are ranked according to its OC: mathematics and mechanics fundamentals, dimensional analysis, waves and optic, electromagnetics and modern physics. We also verified a typology of OBF questions, the way they were elaborated, classifying them in: single answer, complete statements, multiple answers, negative focus, assertion or reason, fill in the gaps, interpretation, association/combination, constant alternatives and ordination. In addition to verify if the tests follow a pattern throughout the lasts application's years, this analysis intends to provide for both teachers and students a better an overview of questions typology and the contents explored in OBF.

A Olimpíada Brasileira de Física (OBF) é um evento promovido anualmente pela Sociedade Brasileira de Física (SBF), desde 1989, destinado a estudantes de todas as séries do ensino médio e das séries finais do ensino fundamental. Os objetivos desse trabalho são verificar, nos itens (questões) das provas dos níveis II e III aplicadas entre os anos de 2014 a 2018, a frequência que ocorrem os conteúdos (objetos de conhecimento) de Física previstos nos programas da OBF e classificá-los de acordo com o formato que foram elaborados. Foi realizado um estudo de todas as versões do programa de conteúdos da OBF, das edições analisadas, para categorizar os objetos de conhecimento (OC) e cada qual recebeu um código para classificação do item. Os itens foram então classificados de acordo com os OC: fundamentos da matemática, análise dimensional, mecânica, termodinâmica, ondulatória e óptica, eletromagnetismo e física moderna. Realizou-se também a verificação da tipologia dos itens, isto é, o formato que foram elaborados, classificando-os como do tipo de resposta única, afirmação completa, resposta múltipla, foco negativo, asserção ou razão, lacuna, interpretação, associação, alternativas constantes e ordenação ou seriação. Essa análise e discussão permitem, além de verificar se as provas seguem um padrão no decorrer dos últimos anos de aplicação, fornecer aos interessados, alunos e professores, uma visão dos tipos de questões e conteúdos abordados na OBF.

I. A OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA

Anualmente acontece a Olimpíada Brasileira de Física (OBF), um programa permanente da Sociedade Brasileira de Física (SBF) destinado a estudantes do 8^o ano do ensino fundamental até a 3^a série do ensino médio. A prova é organizada

pela Comissão da Olimpíada Brasileira de Física (COBF) e pelas 27 Coordenações Estaduais (com sede normalmente em uma instituição federal), e tem como objetivo principal, despertar e exortar o interesse pela Física de modo a incentivar carreiras voltadas para a ciência e a tecnologia. Desta forma, conta com o apoio financeiro de umas das principais agências de fomento do Brasil, o CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico).

O projeto foi aprovado em 1998 e a primeira edição ocorreu em 1999, contando com duas fases e com a participação de treze mil estudantes em cerca de dezoito estados brasileiros. No entanto, a partir de 2002, a OBF passou a ser realizada em modo de três fases, divididas em provas objetivas (primeira fase) e provas discursivas (segunda e terceira fases). Atualmente, em 2018, já na XXI edição, conta com a colaboração de Universidades Federais, Estaduais e Institutos Federais e, graças a sua grande aceitação pela comunidade universitária e escolas de Ensino Médio, tem participação da maior parte do país.

A primeira fase da olimpíada ocorre na própria escola participante e é composta por uma prova que segue o conteúdo programático referente ao nível do estudante: nível I (8º e 9º anos do Ensino Fundamental), nível II (1ª e 2ª séries do Ensino Médio) ou nível III (3ª série do Ensino Médio). As provas dos níveis I e III são compostas por 20 questões, enquanto a prova do nível II possui uma particularidade: é composta por 25 questões onde as 5 primeiras são exclusivas para os estudantes da 1ª série, devendo estes optarem por resolver quaisquer 20 itens dentre os 25; já os estudantes da 2ª série devem resolver os itens enumerados entre 6 e 25. A segunda fase, destinada aos estudantes que atingiram um determinado número de acertos na primeira fase, acontece em locais específicos que são escolhidos pelo Coordenador Estadual e é composta por questões discursivas. Por fim, ocorre a terceira fase da olimpíada, porém, agora é destinada aos estudantes que atingiram nota mínima na fase antecessora. Para os estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental e das 1ª e 2ª séries do Ensino Médio, a prova possui tanto parte experimental como parte teórica; enquanto a prova destinada aos estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental e da 3ª série do Ensino Médio, é unicamente teórica com questões dissertativas.

A partir da OBF, o Brasil também participa de duas olimpíadas internacionais (OIF's): a IPhO (International Physics Olympiad) e a OIBF (Olimpíada Iberoamericana de Física). Os estudantes com melhor desempenho na terceira fase da OBF são convocados para a equipe de preparação para as OIF's e, posteriormente, realizam exames que atendem o conteúdo cobrado nessas provas a fim de selecionar cinco estudantes para participar da IPhO e quatro para participar da OIBF.

Diante da importância e grande adesão à Olimpíada Brasileira de Física, o presente trabalho propõe fornecer uma análise da frequência dos conteúdos (objetos de conhecimento classificados em fundamentos da matemática, análise dimensional, mecânica, termodinâmica, ondulatória e óptica, eletromagnetismo e física moderna) e do formato dos itens (resposta única, afirmação completa, resposta múltipla, foco negativo, asserção ou razão, lacuna, interpretação, associação, alternativas constantes e ordenação ou seriação) que compõem as provas objetivas. Para tanto, foram analisadas as provas da 1ª fase das últimas cinco edições (2014 a 2018) aplicadas aos estudantes dos níveis II e III.

I.1. Modificações nos programas de conteúdos da OBF ao longo dos anos

A partir da análise do conteúdo programático foi possível perceber que a Olimpíada Brasileira de Física sofreu consideráveis modificações nos últimos anos até consolidar-se no modelo atual.

No ano de 2008, a prova de nível I (9º ano do ensino fundamental) apresentava em seu programa Fundamentos Matemáticos (álgebra fundamental: resolução de equações dos 1º e 2º graus; geometria plana: cálculo de área; noções de geometria espacial: cálculo de volume), Conceitos Básicos de Cinemática (movimento uniforme: análise da equação horária; movimento uniformemente variado: análise da equação horária), Noções Básicas de Gravitação (movimentos de rotação e translação; estações do ano; fases lunares; eclipses), Leis de Newton (conceito de massa; formulação das 2ª e 3ª leis de Newton), Conceito de Energia (formas de energia; conservação de energia; calor e temperatura; escalas termométricas), medidas de Tempo, Espaço e Temperatura (SBF, 2008). Já em 2012 foi adicionado o conceito de inércia ao tópico Leis de Newton (SBF, 2012). Além disso, foi incluído o uso de equipamentos para medidas de grandezas físicas

e análise de erros em medidas experimentais. A prova, que antes era exclusiva do 9º ano do ensino fundamental, passou a ser aplicada também para o 8º ano. Após 2012 não foram realizadas outras modificações.

O conteúdo da prova de nível II (destinada a estudantes da 1ª e 2ª séries do ensino médio) em 2008, englobava: Mecânica Clássica (fundamentos da cinemática do ponto material; Leis de Newton e aplicações; trabalho e energia: sistemas conservativos e não-conservativos, potência e rendimento; teorema do impulso, quantidade de movimento e sua conservação; gravitação universal; estática de corpos extensos; hidrostática), Termofísica (termometria; calorimetria e mudanças de fase; dilatação de sólidos e líquidos; propagação do calor; comportamento térmico dos gases, teoria cinética; 1ª e 2ª Leis da Termodinâmica) e Óptica Geométrica (princípios básicos; leis da reflexão e aplicações: espelhos planos e esféricos; leis da refração e aplicações: diopros, lentes e instrumentos).

Em 2012, o programa da prova passou a incluir o tópico Oscilações e Ondas (pêndulo simples; sistema massa-mola: oscilador harmônico simples; ondas periódicas: transversais e longitudinais; propagação, reflexão e refração; difração, interferência e polarização), além do conteúdo da prova de nível I. Ademais, passou a fazer parte do programa os Fundamentos Matemáticos Necessários, que inclui, além da álgebra fundamental e geometrias plana e espacial (já presentes na prova do nível I), noções básicas de cálculo diferencial e integral, álgebra linear e geometria analítica. O tópico Termofísica foi renomeado para Termodinâmica, embora seu conteúdo tenha permanecido inalterado (SBF, 2012).

A mudança seguinte ocorreu no ano de 2013, em que houve apenas um acréscimo no tópico Mecânica Clássica: dinâmica de corpos extensos. Após esse ano, não foi feita nenhuma alteração no conteúdo programático da prova de nível II (SBF, 2013).

As modificações sofridas pela prova de nível III (exclusiva para os estudantes da 3ª série do ensino médio) seguem basicamente o mesmo padrão das provas de níveis I e II: mudanças significativas ocorridas apenas em 2012. Em 2008, o conteúdo da prova era composto por Oscilações e Ondas (oscilador harmônico simples; ondas periódicas: transversais e longitudinais; propagação, reflexão e refração; difração, interferência e polarização), Eletricidade (carga elétrica e lei de Coulomb; campo e potencial elétrico; corrente e resistência elétrica, lei de Ohm; trabalho e potência em corrente contínua; geradores e receptores), Magnetismo (fenômenos magnéticos; lei de Ampère; indução eletromagnética), sendo este tópico exclusivo da terceira fase da olimpíada, e Noções Básicas de Física Moderna e Contemporânea (relatividade restrita; modelo atômico de Bohr; dualidade onda partícula; física nuclear-radioatividade; fusão nuclear; fissão nuclear), além do conteúdo programático da prova de nível II. No ano de 2012, os tópicos Eletricidade e Magnetismo se uniram, dando origem ao Eletromagnetismo. Os conteúdos já existentes se mantiveram, e foram acrescentados corrente alternada e ondas eletromagnéticas. Consequentemente, Magnetismo deixa de ser um tópico exclusivo da terceira fase. As mudanças feitas em 2012 permaneceram até o programa atual, sem que houvessem outras alterações.

É importante ressaltar que nas modificações realizadas nos programas foram feitos apenas acréscimos, sem haver nenhuma redução no conteúdo.

II. ESTADO DA ARTE

A literatura aponta que há grande preocupação da comunidade científica acerca dos conhecimentos envolvidos nos itens das diversas Olimpíadas que avaliam conteúdos de Ciências Físicas. Erthal *et al.* (2013), por exemplo, analisaram as provas da OBF que foram aplicadas na terceira série do ensino médio a fim de obter os principais conteúdos cobrados e as características exigidas do aluno no momento da resolução. O método de classificação foi feito a partir da base utilizada nos livros didáticos de física do Ensino Médio: mecânica, física térmica, óptica geométrica, ondulatória, eletromagnetismo e física moderna. Entre 2000 e 2009, com exceção de 2007, houve uma maioria de questões conceituais e literais com foco no rigor matemático. Já as provas de 2007, 2010 e 2011 exigiram dos alunos uma maior capacidade de interpretação. Em todos os anos observou-se um certo equilíbrio dos conteúdos cobrados, com maior quantidade de questões referentes à mecânica, física térmica, óptica geométrica e ondulatória, enquanto eletromagnetismo e física

moderna apareceram em menor quantidade. Tal distribuição é justificada a partir da data de aplicação da prova (próximo da metade do ano), onde os alunos ainda não foram expostos em sala de aula a todos os conteúdos cobrados.

Erthal *et al.* (2015), analisaram a Olimpíada Brasileira de Física (OBF) de 1999 até 2013, sob outra perspectiva, classificando as questões com base na exigência de conceitos/cálculos e nas áreas de conhecimento da física geralmente abordadas em livros didáticos: mecânica, física térmica, óptica geométrica, ondulatória, eletromagnetismo e física moderna. Ao longo dos anos, a prova evoluiu de forma a se tornar mais contextualizada, desenvolvendo, concomitantemente, seu caráter interdisciplinar.

A Olimpíada Brasileira de Física das Escolas Públicas (OBFEP) também foi objeto de pesquisa de Erthal & Louzada (2016) que classificaram os itens, durante os anos de 2010 a 2015, de acordo com os conteúdos abordados, tendo como base a divisão de conteúdos feita por Alberto Gaspar no livro “Física”. No geral haviam poucas questões teóricas e no decorrer das provas notaram maior contextualização das questões. Mecânica foi o tema mais explorado e grande parte das questões não exigiam conhecimentos de física, mas sim de matemática.

Numa perspectiva próxima, Zarate *et al.* (2009), analisaram e apontaram elementos relacionados ao conhecimento que auxiliam nas resoluções das questões objetivas de dez provas da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBAA), utilizando um método de classificação que se subdivide em cinco modos: conhecimento direto, cálculo, raciocínio e conhecimento, compreensão e questões de ciência, tecnologia e sociedade (CTS). Os resultados obtidos foram que a ocorrência das questões de conhecimento direto vem reduzindo gradativamente ao longo das edições, enquanto as questões de raciocínio e conhecimento vem sofrendo certa variação. Das provas analisadas, só houve ocorrências das CTS's e cálculo nos níveis III e IV.

III. ANÁLISE DAS PROVAS DA OBF APLICADAS ENTRE OS ANOS DE 2014 E 2018

O objeto de estudo do presente trabalho foram as provas da 1ª fase das últimas cinco edições da OBF (2014 a 2018) aplicadas aos estudantes dos níveis II e III. Foram verificados os objetos de conhecimento (OC) e os formatos de elaboração dos itens aplicados.

III.1. Classificação dos objetos de conhecimento (OC)

Numa perspectiva semelhante aos trabalhos de Erthal *et al.* (2013, 2015), foram classificados os itens das provas de acordo com o OC que cada um avaliava. Para uma classificação mais específica dos conteúdos avaliados, optou-se pela divisão dos objetos de conhecimento em categorias e subcategorias, facilitando assim a identificação do OC envolvido no item. A Tabela I foi elaborada pelos autores com base no programa mais recente da Olimpíada Brasileira de Física (SBF, 2018) e apresenta os objetos de conhecimento subdivididos em categoria e subcategoria, com suas respectivas siglas.

TABELA I. Objetos de Conhecimento subdivididos em categorias e subcategorias com suas respectivas siglas.

<i>Categoria</i>	<i>Sigla</i>	<i>Subcategoria</i>
Fundamentos Matemáticos	FMAT1	Álgebra fundamental / Estimativas
	FMAT2	Geometria plana
	FMAT3	Noções de geometria espacial
Análise Dimensional	AD	Análise Dimensional e Conversão de Unidades

Mecânica	MEC1	Cinemática do ponto material (escalar e vetorial)
	MEC2	Leis de Newton e aplicações
	MEC3	Trabalho e Energia: sistemas conservativos e não-conservativos. Potência e rendimento
	MEC4	Teorema do impulso, quantidade de movimento e sua conservação;
	MEC5	Gravitação universal;
	MEC6	Estática e dinâmica de corpos extensos;
	MEC7	Hidrostática e Hidrodinâmica
Termofísica	TER1	Termometria e escalas termométricas
	TER2	Calorimetria e mudanças de fase
	TER3	Dilatação de sólidos e líquidos
	TER4	Propagação do calor
	TER5	Comportamento térmico dos gases. Teoria cinética
	TER6	Primeira e segunda Leis da Termodinâmica
Óptica e Ondas	OND1	Princípios básicos da óptica geométrica
	OND2	Leis da reflexão e aplicações (espelhos planos e esféricos)
	OND3	Leis da refração e aplicações (diopros, lentes e instrumentos ópticos)
	OND4	Pêndulo simples, sistema massa-mola (oscilador harmônico simples)
	OND5	Ondas periódicas: propagação e características
	OND6	Difração, Interferência, Polarização e demais fenômenos ondulatórios
	OND7	Acústica
Eletromagnetismo	ELE1	Carga elétrica e lei de Coulomb
	ELE2	Campo e potencial elétrico
	ELE3	Corrente e resistência elétrica
	ELE4	Circuitos elétricos
	ELE5	Trabalho e potência em corrente contínua
	ELE6	Geradores e receptores
	ELE7	Fenômenos magnéticos
	ELE8	Indução Eletromagnética
	ELE9	Lei de Ampère
	ELE10	Corrente alternada

	ELE11	Ondas Eletromagnéticas
Física Moderna e Contemporânea	FMC1	Relatividade Restrita
	FMC2	Quântica e Modelo atômico de Bohr
	FMC3	Dualidade onda partícula
	FMC4	Física Nuclear-radioatividade

III.2. Análise em função dos objetos de conhecimento (OC)

Na edição da prova aplicada em 2014, 6 (seis) itens da prova do nível II e 4 (quatro) itens da prova do nível III foram anulados. A Figura 1 mostra a quantidade de itens presentes nas duas provas de acordo com os objetos de conhecimento listados na Tabela I.

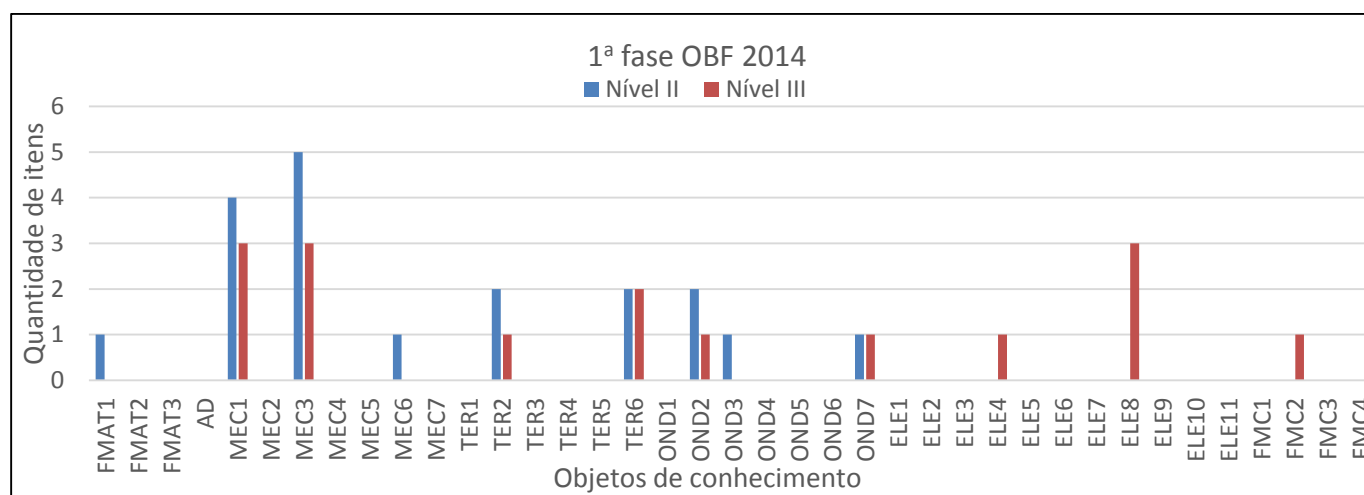


FIGURA 1. Quantidade de itens em função dos objetos de conhecimento listados na Tabela I. Foram analisadas as provas dos níveis II e III da 1ª fase da OBF 2014.

A partir da Figura 1, observa-se que a maior quantidade de itens presentes tanto na prova do nível II (53 %) quanto na prova do nível III (38 %) referem-se ao OC mecânica, mais especificamente MEC1, que são itens com a subcategoria cinemática escalar, e MEC3, que são itens que avaliam a subcategoria energia mecânica e potência. Os objetos de conhecimento termodinâmica e óptica aparecem com frequência praticamente constante em ambas as provas. Destaca-se que em 31 % dos itens válidos na prova de nível III são avaliados Eletromagnetismo e Física Moderna, com maioria de itens exigindo o OC Indução Eletromagnética.

A Figura 2 mostra a quantidade de itens presentes nas provas da 1ª fase do ano de 2015 em função dos objetos de conhecimento.

A prova do nível II da 1ª fase da OBF 2015 teve dois itens anulados, enquanto nenhum foi anulado na prova do nível III. A prova de nível II apresentou conteúdos concentrados na área de mecânica, correspondendo a quase 48 % do teste, enquanto termodinâmica e ondulatória foram cobrados de maneira mais equilibrada. No nível III pôde-se observar maior presença do conteúdo de eletromagnetismo, que correspondeu a 35 % dos itens. Em geral, os conteúdos foram distribuídos de forma mais homogênea neste nível.

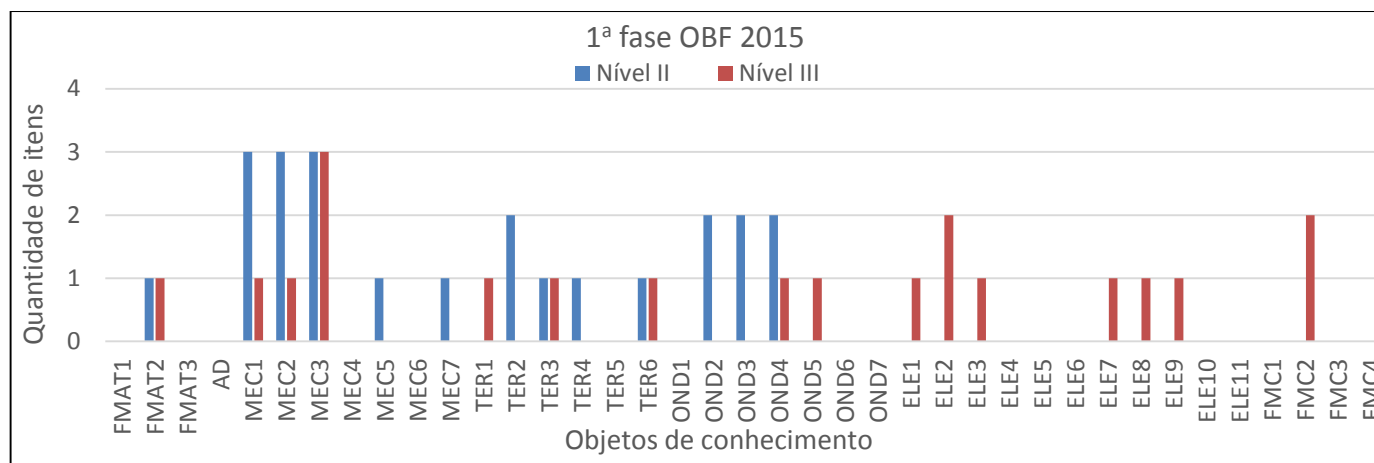


FIGURA 2. Quantidade de itens em função dos objetos de conhecimento listados na Tabela I. Foram analisadas as provas dos níveis II e III da 1ª fase da OBF 2015.

A Figura 3 mostra a quantidade de itens em função dos objetos de conhecimento exigidos na prova da 1ª fase da OBF 2016.

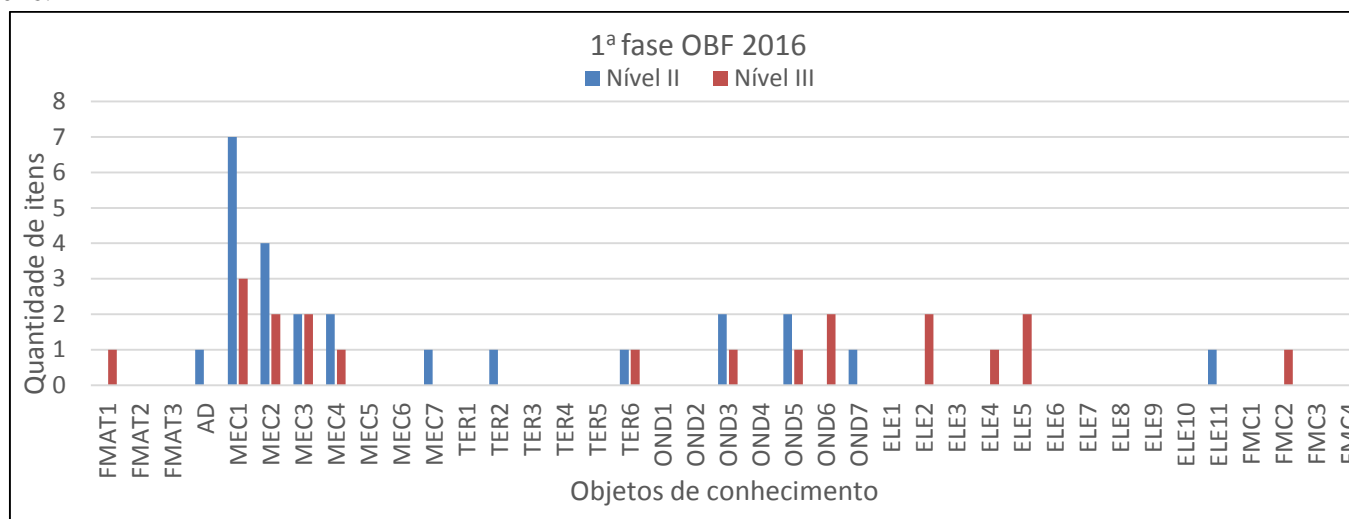


FIGURA 3. Quantidade de itens em função dos objetos de conhecimento listados na Tabela I. Foram analisadas as provas dos níveis II e III da 1ª fase da OBF 2016.

Em 2016 nenhum item das provas analisadas foi anulado. Conforme mostrado na Figura 3, conclui-se que a maior quantidade de itens presentes na prova do nível II é referente ao OC MEC1 (28 %), que, como supracitado, engloba os conteúdos de cinemática escalar, acompanhado, posteriormente, pelo MEC2 (16 %), que são conteúdos sobre as Leis de Newton e suas aplicações. Esta recorrência se repete na prova do nível III com 15 % e 10 %, nessa ordem. Analogamente, os objetos do conhecimento Óptica e Termodinâmica, também se fazem presentes tanto na prova de nível II (25 % e 10 %, respectivamente), quanto na de nível III (20 % e 5 %, respectivamente), sendo que, nesta última, destacam-se, também, os OC referentes ao Eletromagnetismo (25 %), conteúdo exclusivo deste nível na edição de 2016. Observa-se também, pela primeira vez nas provas avaliadas, um item que requer o OC Análise Dimensional, conteúdo não presente no programa geral das olimpíadas, porém utilizado na classificação desse trabalho pela necessidade explícita de tal conhecimento para resolução do item.

A Figura 4 mostra os resultados obtidos com a análise da quantidade de itens em função dos objetos de conhecimento referentes à prova da 1ª fase de OBF de 2017.

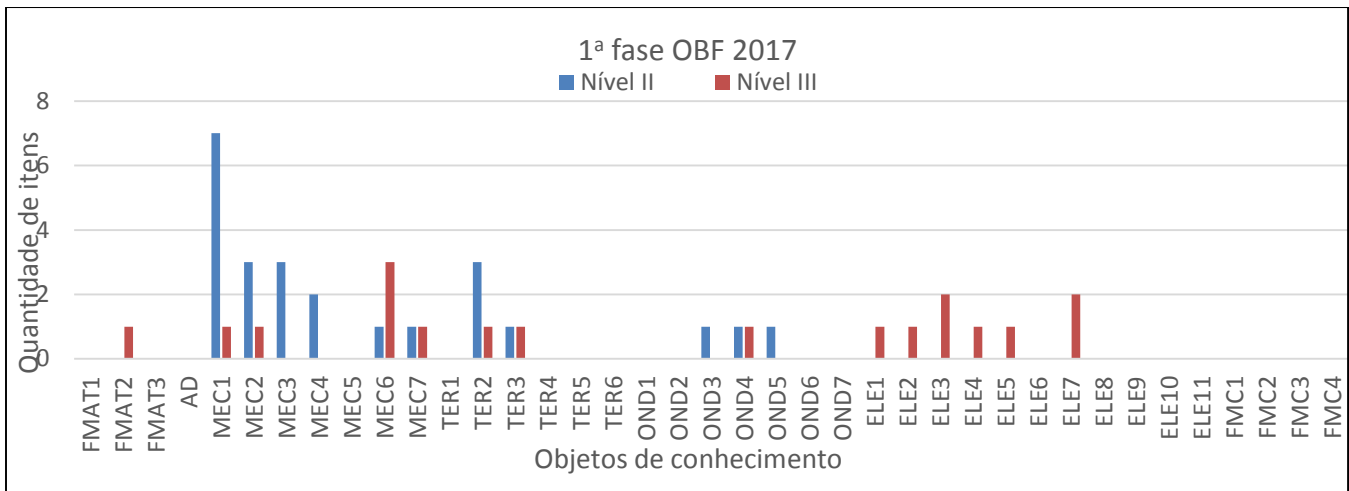


FIGURA 4. Quantidade de itens em função dos objetos de conhecimento listados na Tabela I. Foram analisadas as provas dos níveis II e III da 1ª fase da OBF 2017.

A OBF 2017 teve um item anulado na prova de nível II e dois itens anulados na prova de nível III. A Figura 4 mostra a marcante presença de mecânica na prova de nível II, visto que o objeto de conhecimento em questão representa quase 30 % da prova, com destaque para cinemática do ponto material (MEC1). No nível II não houve nenhum item classificado em fundamentos matemáticos, embora no nível III tenha sido constatado um item com tal classificação. O OC ondulatória esteve pouco presente em ambas as provas, correspondendo a 8 % no nível II e 6 % no nível III. O OC mais abordado no nível III foi eletromagnetismo (44 %), seguido de mecânica (33 %).

A Figura 5 mostra o gráfico obtido com a análise das provas da 1ª fase de 2018. Em 2018 nenhum item foi anulado, entretanto descartamos o item 9 da prova do nível III por ser um item que avalia um objeto de conhecimento por alternativa, não estando, portanto, de acordo com nossa classificação. Assim como em 2017, percebe-se uma forte presença dos OC referentes à mecânica (48 %), na prova do nível II, sendo MEC2, referente às Leis de Newton e suas aplicações, o conteúdo mais recorrente dessa edição (20 %). Percebe-se também uma presença considerável dos conteúdos de ondulatória (28 %). Já na prova de nível III, fica evidente o foco em eletromagnetismo (50 %), sendo circuitos elétricos (ELE4) o OC com maior ocorrência (25 %). Ondulatória foi avaliada em apenas um item da prova, exigindo conhecimento referente aos princípios básicos da óptica geométrica.

Considerando todas as edições analisadas, é inquestionável a predominância do OC mecânica nos dois níveis.

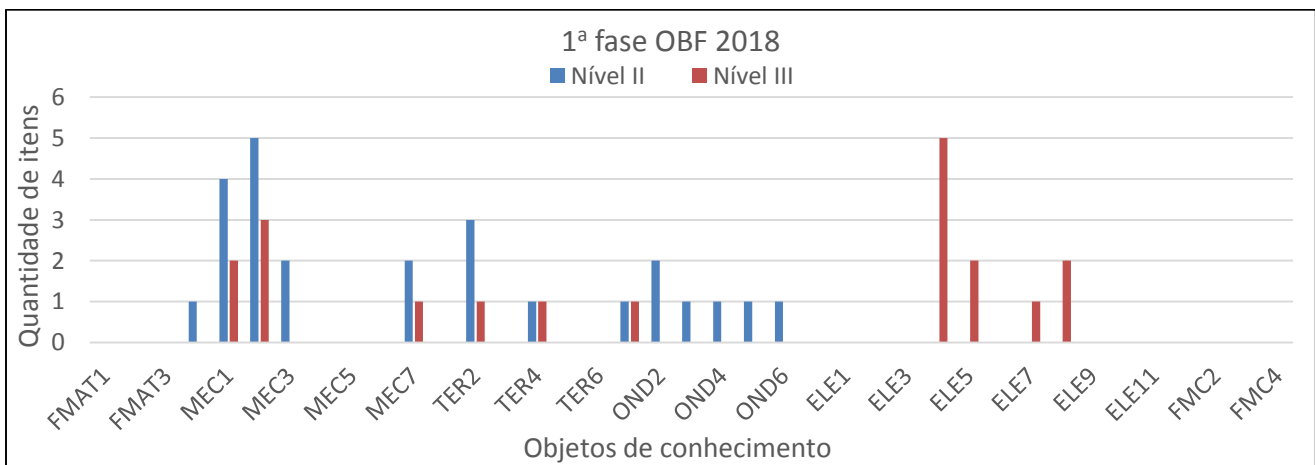


FIGURA 5: Quantidade de itens em função dos objetos de conhecimento listados na Tabela I. Foram analisadas as provas dos níveis II e III da 1ª fase da OBF 2018.

Particularmente no nível II, as questões de mecânica representam aproximadamente 58 % dos itens. O segundo OC mais avaliado foi ondulatória, com 22 % dos itens, seguido de termofísica, equivalente a 16 %. A presença de itens avaliados como fundamentos matemáticos e análise dimensional foi ínfima, resultado coerente com o objetivo da olimpíada que é avaliar os conhecimentos relacionados à física, utilizando a matemática apenas como uma ferramenta para resolução dos problemas propostos. Considerando-se os objetos de conhecimento listados na Tabela I, nota-se a ausência das subcategorias TER1 e TER5 (termometria e escalas termométricas; comportamento térmico dos gases e teoria cinética, respectivamente). Destaca-se que na edição de 2016 houve uma irregularidade: esteve presente um item que exigia conhecimento em ondas eletromagnéticas, sendo que o programa da olimpíada para o nível II não consta conteúdos de eletromagnetismo.

Embora o OC mecânica também predomine no nível III com 30 % de ocorrência nos itens válidos, está claro que as provas deste nível estão mais equilibradas em questão de conteúdo abordado. Eletromagnetismo, por exemplo, ocupa quase a mesma posição de mecânica, correspondendo a 29 % dos itens avaliados. Apesar da quantidade de itens do nível III ter se concentrado em maior número nos dois OC citados anteriormente, há também a presença de ondulatória (18 %), termofísica (12 %) e algumas questões de física moderna e contemporânea e fundamentos matemáticos. Em física moderna e contemporânea foi cobrado apenas quântica e modelo atômico de Bohr (FMC2), estando os demais OC dessa categoria ausentes. Além da ausência de itens referentes aos objetos de conhecimento de física moderna e contemporânea, foi constatado também a ausência nas provas de nível III, dentro do período analisado, dos itens referentes às subcategorias FMAT3, AD, MEC5, TER5, ELE6, ELE10 e ELE11. A forte presença de questões de mecânica neste nível foi uma escolha curiosa da comissão elaboradora da olimpíada, visto que a prova destina-se aos alunos da 3ª série do ensino médio e estes conteúdos, tradicionalmente, fazem parte da estrutura curricular apenas da 1ª série.

IV. ANÁLISE DOS TIPOS DOS ITENS DE MÚLTIPLA ESCOLHA

Como já mencionado anteriormente, as provas da 1ª fase da OBF é composta por itens objetivos, também chamados de itens de múltipla escolha. A Secretaria de Educação do Estado de Minas Gerais desenvolveu um Guia de Elaboração e Revisão de Questões e Itens de Múltipla Escolha contendo os principais tipos de itens, cuja elaboração depende da natureza do conteúdo, da complexidade da habilidade e do nível de competência que se pretende avaliar (Minas Gerais, 2014). Nesse contexto, a Tabela II, elaborada com base nesse guia, mostra os tipos de itens, a descrição dos tipos e a porcentagem dos itens válidos em função do seu tipo, exigidos nas provas da 1ª fase da OBF.

Nas provas analisadas da OBF (entre 2014 e 2018), verifica-se grande concentração de itens de resposta única (29 %), afirmação incompleta (21,9 %) e interpretação (36,7 %). Os itens de resposta única apesar de ocorrerem muito nas provas de 2014 e 2015 foram diminuindo nas versões mais atuais. Esses itens são geralmente compostos por uma situação problema apresentada em um texto que não precisa ser conectado a outras informações para sua resolução, isto é, sua resolução é direta e não há necessidade de figuras, tabelas e outras formas de informações para sua resolução. A Figura 6 mostra o item 7 da prova de nível III da OBF 2015, como exemplo de item do tipo resposta única.

Os itens de afirmação incompleta começam a aparecer com maior frequência a partir da prova de 2015 e são facilmente identificados por se tratar de situações onde a resposta deve completar corretamente o enunciado, sem a forma explícita de pergunta. Correspondem a 21,9 % dos itens das provas avaliadas e é exemplificado na Figura 7, referente ao item 21 da 1ª fase da prova da OBF 2018.

Outro destaque na análise das provas da OBF são os itens do tipo interpretação, que ocorrem com frequência aproximadamente constante no decorrer dos anos. Esses itens confundem-se com o tipo de resposta única ou de afirmação incompleta e, nossa diferenciação para tal, foi baseada na verificação da necessidade de elementos do texto base (gráfico, tabela, gravura, fotografia e formatos diversos) para a resolução do item. A Figura 8 mostra o item 25 da prova de nível II da OBF 2014 que possui informações essenciais na figura que devem ser consideradas na resolução do item.

TABELA II: Tipos de itens, descrição dos itens (Minas Gerais, 2014) e a porcentagem dos itens válidos em função do seu tipo. Foram analisadas as provas da 1ª fase da OBF dos anos de 2014 a 2018.

Tipo de Item	Descrição	Porcentagem dos itens válidos em função do seu tipo (%)				
		2014	2015	2016	2017	2018
Resposta Única	Enuncia o problema ou a situação problema na forma de pergunta e apresenta as alternativas de resposta	54,3	58,1	20,0	9,5	9,1
Afirmação Incompleta	Apresenta o enunciado do problema ou situação problema como uma afirmação a ser completada por uma das alternativas	2,9	-	40,0	28,6	34,1
Resposta Múltipla	Essa questão apresenta uma situação contextualizada com afirmativas pertinentes a ela. A seguir, enuncia o problema ou situação problema na forma de pergunta ou afirmação incompleta e apresenta uma chave de resposta	-	-	13,3	4,8	9,1
Foco Negativo	Apresenta várias respostas corretas e apenas uma incorreta, que é a solicitada	-	-	-	2,4	13,6
Asserção ou Razão	Apresenta duas afirmativas ou asserções que podem ou não ser proposições verdadeiras ou corretas, assim como podem ou não estabelecer relações entre si (causa e efeito, proposição e justificativa, princípio e justificativa, asserção e razão).	-	-	-	-	-
Lacuna	Apresenta uma sentença com partes suprimidas para serem completadas com palavras ou expressões constantes das alternativas	2,9	-	2,2	4,8	-
Interpretação	A questão é construída com base em texto, gráfico, tabela, gravura, fotografia e outros materiais para que o examinando faça interpretações, inferências, generalizações, conclusões e críticas	40,0	41,9	24,4	47,6	31,8
Associação	Apresenta elementos com alguma relação entre si e, por isso, podem ser associados	-	-	-	-	2,3
Ordenação ou Seriação	Apresenta elementos para serem ordenados segundo uma determinada lógica ou critério	-	-	-	2,4	2,3
Alternativas Constantes	Certo/Errado; Verdadeiro/Falso; Fato/Opinião; Sim/Não	-	-	-	-	-

7. Uma máquina térmica que opera conforme o ciclo de Carnot entre um reservatório de baixa temperatura de 27°C e um reservatório de alta temperatura. Sabendo que esta máquina possui eficiência de 20%. Qual deve ser o aumento de temperatura do reservatório quente para que a eficiência seja de 30%?

(a) $2,7^{\circ}\text{C}$ (b) $4,8^{\circ}\text{C}$ (c) $13,5^{\circ}\text{C}$ (d) 54°C (e) 150°C

FIGURA 6. Item 7 da prova da 1ª fase do nível III da OBF 2015, utilizado como exemplo de item do tipo resposta única.

21. Uma panela de pressão, daquelas que sua mãe usa para cozinhar mais rapidamente o feijão nosso de cada dia, apresenta essa enorme vantagem sobre uma panela comum aberta, devido ao fato
- do ponto de ebulição da água que envolve o feijão, na panela de pressão, ser superior a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$;
 - das paredes da panela de pressão ser espessa, conservando, por muito tempo, o calor em seu interior;
 - da temperatura de ebulição dos líquidos no interior da panela de pressão ser reduzida;
 - do aumento da temperatura reduzir a pressão no interior da panela de pressão, facilitando a expansão dos alimentos;
 - da pressão comprimir os alimentos, facilitando o cozimento.

FIGURA 7. Item 21 da prova da 1ª fase do nível II da OBF 2018, utilizado como exemplo de item do tipo afirmação incompleta.

25. Materiais semicondutores, como o silício, são usados na fabricação de células fotovoltaicas. Para minimizar a reflexão da luz solar as células são, usualmente, cobertas com um filme transparente. A figura mostra o perfil de uma dessas células e os respectivos índices de refração dos materiais usados. Para um comprimento de onda de 600 nm , qual é a menor espessura do filme que produzirá a menor reflexão?

Ar	$n_{\text{ar}}=1$
Filme	$n_{\text{f}}=1,50$
Si	$n_{\text{si}}=3,50$

(a) 800 nm (b) 400 nm (c) 300 nm (d) 100 nm (e) 50 nm

FIGURA 8. Item 25 da prova da 1ª fase do nível II da OBF 2014, utilizado como exemplo de item do tipo interpretação.

Os itens do tipo de resposta múltipla aparecem com pouca frequência nas provas analisadas (5,7 %). Geralmente são usados quando deseja-se avaliar mais de um tópico do conteúdo numa mesma questão. Exemplo desse tipo de questão é apresentado na Figura 9 com o item 7 da prova da 1ª fase do nível III da OBF 2015.

10. Durante uma aula sobre os fenômenos ondulatórios, o professor tecia considerações acerca de alguns deles, quando uma de suas alunas que ouvia atentamente sua explanação, fez a seguinte pergunta: “Um dos fenômenos mais elegantes que eu acho na natureza é o do arco-íris. Como se dá a sua formação, professor?”
- O professor, aproveitando o ensejo, estendeu a pergunta para a classe, obtendo algumas respostas. Vejamos:
- O arco-íris com suas cores surge devido ao fenômeno da reflexão da luz nas gotículas de água suspensas na atmosfera;
 - As cores são próprias das gotículas, independentes da reflexão da luz;
 - O fenômeno responsável pela formação das cores chama-se dispersão da luz do sol sobre as gotículas de água.
- Com relação às afirmações, podemos afirmar que:
- Apenas I é correta
 - Apenas III é correta
 - I e II são corretas
 - Todas são corretas
 - II e III são corretas.

FIGURA 9. Item 7 da prova da 1ª fase do nível III da OBF 2015, utilizado como exemplo de item do tipo resposta múltipla.

Também com baixa porcentagem nas provas analisadas, itens do tipo de foco negativo (3,3 %), trabalham com exclusão de respostas corretas, analisando qual está incorreta ou com a afirmativa falsa. A Figura 10 mostra um exemplo de item desse tipo.

7. As proposições abaixo apresentam os aspectos conceituais dos espelhos esféricos. Dentre eles, apenas uma proposição está incorreta. Aponte-a:
- Em um espelho côncavo todo raio de luz incidente paralelo ao eixo principal, reflete-se passando pelo foco;
 - Em um espelho côncavo todo raio de luz incidente passando pelo foco, reflete-se paralelamente ao eixo principal;
 - Em um espelho côncavo todo raio de luz incidente passando pelo centro, reflete-se sobre si mesmo;
 - A imagem de um objeto real formada em um espelho convexo é sempre virtual;
 - A imagem de um objeto real formada em um espelho côncavo é sempre real;

FIGURA 10. Item 7 da prova da 1ª fase do nível II da OBF 2018, utilizado como exemplo de item do tipo foco negativo.

Em todas as edições avaliadas, foram identificados apenas 2 itens - um na prova do nível III de 2017, mostrado na Figura 11, e outro na prova do nível III de 2018 - que precisavam ordenar elementos a partir de uma determinada lógica, denominadas questões de ordenação ou seriação. Nos itens relacionados à Física, são geralmente aqueles cuja resolução está associada à classificação do maior para o menor ou vice-versa.

1. O Professor Physicson montou no laboratório três situações de equilíbrio para um mesmo bloco B, com peso equivalente a 1000,0 N, conforme as figuras abaixo. Identifique a ordem crescente das forças F_1 , F_2 e F_3 aplicada por uma pessoa para segurar o bloco:

- F_3, F_1 e F_2
- F_2, F_1 e F_3
- F_1, F_3 e F_2
- F_3, F_2 e F_1
- F_2, F_3 e F_1

FIGURA 11. Item 1 da prova da 1ª fase do nível III da OBF 2017, utilizado como exemplo de item do tipo ordenação ou seriação.

Apenas um item do tipo associação ocorreu nas provas analisadas e foi constatado na 1ª fase da OBF 2018, nível II. Em contrapartida, nenhum item dos tipos asserção ou razão e alternativas constantes foram identificados.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em busca da superação do desinteresse dos estudantes do Ensino Médio e das séries finais do Ensino Fundamental pela Física e, conseqüentemente, por carreiras voltadas para a ciência e a tecnologia, surgiu o projeto da Olimpíada Brasileira de Física (OBF). É notável o crescente interesse e adesão dos estudantes para a realização das provas, uma vez que noticia-se cada vez mais a participação e sucesso de estudantes brasileiros em olimpíadas internacionais.

Nesse contexto, faz-se necessária uma análise detalhada do perfil das provas da OBF que permita, aos professores, desenvolverem atividades que tenham por finalidade estimular e preparar os estudantes para a realização das três fases da olimpíada. Entendemos que a OBF é uma ferramenta importante a ser utilizada como gatilho motivador ao interesse pela física, sendo capaz de romper barreiras e proporcionar interessantes desafios aos estudantes.

Dessa forma, nesse trabalho foram apresentadas as ocorrências dos objetos de conhecimento presentes nos itens bem como os tipos de itens elaborados. Em linhas gerais, pôde-se concluir que foi dada maior ênfase ao conteúdo relacionado à Mecânica em todas as provas avaliadas e, que há uma tendência clara da necessidade da habilidade de interpretação dos estudantes para a resolução dos itens da 1ª fase da OBF.

Vale destacar ainda que os dados levantados nesse trabalho podem ser utilizados como parâmetro para os elaboradores da OBF, auxiliando-os na visão geral da prova oferecida aos estudantes brasileiros.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) o apoio concedido para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

Erthal, J. P. C. *et al.* (2013). Análise das provas das Olimpíadas Brasileiras de Física para realização de tutorias específicas nas escolas parceiras do projeto PIBID, no município de Alegre- ES. In: *Anais do XX Simpósio Nacional de Ensino de Física*. Porto Alegre, Brasil.

Erthal, J. P. C. *et al.* (2015). Análise e caracterização das questões das provas da Olimpíada Brasileira de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 32(1), 142-156. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2015v32n1p142>.

Erthal, J. P. C. & Louzada, M. O. (2016). Olimpíada Brasileira de Física das escolas públicas: Uma análise dos conteúdos e da evolução do exame em todas suas edições. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 33(3), 927-942. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2016v33n3p927>.

Minas Gerais. Secretaria de Estado de Educação. (2014). *Guia de elaboração e revisão de questões e itens de múltipla escolha*. Disponível em: http://professor.ufop.br/sites/default/files/danielmatos/files/guia_de_elaboracao_e_revisao_de_questoes_e_itens_de_multipla_escolha.pdf. Acessado em: 01/07/2018.

SBF. (2008). *Programa*. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/olimpiadas/obf2008/Reg2008.shtm#6.%20Dos%20programas>. Acessado em: 30/03/2018.

SBF. (2012). *Programa da Olimpíada Brasileira de Física 2012*. Disponível em: http://www.sbfisica.org.br/v1/olimpiada/2012/index64c1.html?option=com_content&view=article&id=79&Itemid=203. Acessado em: 30/03/2018.

SBF. (2013). *Programa da Olimpíada Brasileira de Física 2013*. Disponível em: http://www.sbfisica.org.br/v1/olimpiada/2013/index64c1.html?option=com_content&view=article&id=79&Itemid=203. Acessado em: 30/03/2018.

SBF. (2018). *Programa Básico Olimpíada Brasileira de Física*. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/v1/olimpiada/2018/index.php/programa-obf>. Acessado em: 30/03/2018.

Zárate, J. D. B., Canalle, J. B. G., Silva, J. M. N. (2009). Análise e classificação das questões das dez primeiras olimpíadas brasileiras de astronomia e astronáutica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 6(3), 609-624. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2009v26n3p609>.