

## A ASTRONOMIA EM EXAMES VESTIBULARES E NO ENEM: UMA ANÁLISE DAS QUESTÕES QUANTO À TEMÁTICA E A PROBLEMATIZAÇÃO

Andreza Concheti<sup>1</sup>, Valéria Martins<sup>2</sup>, Alessandro Garcia<sup>3</sup>,  
Thiago de Souza<sup>4</sup>, Cristina Leite<sup>5</sup>

<sup>1</sup>USP/ Mestranda em Ensino de Ciências, andreza.concheti@usp.br

<sup>2</sup>USP/ Mestranda em Ensino de Ciências, valeria.martins@usp.br

<sup>3</sup>USP/Licenciatura em Física, alessandro.garcia@usp.br

<sup>4</sup>USP/Licenciatura em Física, thiago2.souza@usp.br

<sup>5</sup>USP/IFUSP, crismilk@usp.br

### Resumo

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+, 2002) destacam a importância da Astronomia na educação básica. É possível perceber sua presença nos currículos escolares, livros didáticos e exames vestibulares, e por isso, é importante um olhar mais atento para esses meios para entender como a questão é abordada através deles. Na presente pesquisa, nos detivemos a observar os exercícios de dois vestibulares (FUVEST e UNICAMP) e também do ENEM, desde 1998 até 2010, tentando mapear os temas de Astronomia contidos neles e a natureza da presença destes temas. Classificamos as questões de acordo com a presença de conteúdos de Astronomia, ou seja, aquelas centradas no seu conhecimento (sendo este conhecimento necessário para responder a questão) e quanto a presença de contextos utilizando a Astronomia, ou seja, questões que utilizam exemplos e conceitos dela para questionar a respeito de outros conceitos (não sendo necessário um conhecimento de Astronomia para resolver a questão). Para essas duas categorias foram analisadas os temas que elas abrangiam baseando-se no tema estruturador do PCN+ (Universo, Terra e Vida). Os resultados indicam que no exame da UNICAMP a quantidade de questões que tratam da Astronomia em contexto é maior que aquelas que a apresentam como conteúdo, ao contrário do que é observado no exame da FUVEST e no ENEM. Nos dois vestibulares, o tema mais frequente é o que trata das relações entre a Terra e o Sistema Solar, focando nas interações gravitacionais; o que evidencia uma tendência destes vestibulares em tratar os conteúdos relativos à Gravitação em detrimento aos demais temas da Astronomia. Em contrapartida, o ENEM apresentou questões mais distribuídas em relação aos temas. Dessa forma, nossos resultados parecem mostrar que a presença das questões de Astronomia nesses exames ainda é pequena, e nos vestibulares, concentra-se no tema de gravitação, característica também comum na escola média.

**Palavras-chave:** vestibulares, PCN+, temas de astronomia.

### Introdução

Com a divulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, 1996), a função do Ensino Médio tornou-se mais clara. Se antes era visto como uma etapa intermediária entre o ensino básico e o superior, a partir desta passa a ser um complemento fundamental da educação básica. Tal perspectiva veio a ser complementada nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN, 2000) e mais recentemente nas Orientações Complementares aos Parâmetros (PCN+, 2002). Conforme o PCN+, dentre as novas funções do Ensino Médio, destacam-se: “[...] preparar para a vida, qualificar para a cidadania e capacitar para o aprendizado

*permanente, em eventual prosseguimento dos estudos ou diretamente no mundo do trabalho*". (BRASIL, 2002, p. 8).

Para este novo Ensino Médio sugere-se então que sejam trabalhadas através de temas estruturadores, por intermédio do desenvolvimento de competências e habilidades, três competências norteadoras principais: Representação e Comunicação, Investigação e Compreensão e Contextualização sociocultural. Dentre os temas estruturadores propostos há espaço dedicado à Astronomia com o tema Universo, Terra e Vida. Assim como os demais temas, sugere-se que o conteúdo tratado deva ocupar um semestre dos seis presentes no Ensino Médio. É importante ressaltar que a presença da Astronomia não se restringe apenas ao Ensino Médio, havendo espaço para ela também no Ensino Fundamental na área de Ciências.

Não é de hoje que se discute a importância de se incluir o tema de Astronomia na escola média. A respeito disso, SIMÕES (2008) cita:

"A presença da astronomia na escola tanto nos níveis fundamental e médio, além de resgatar o interesse do aluno para a sala de aula lhe oferece a possibilidade de encontrar a resposta para um dos maiores enigmas da humanidade: "de onde viemos?". Embora não pareça, este tipo de questionamento é parte integrante das preocupações dos jovens que se acham na faixa etária correspondente a esta etapa da educação básica." (Simões, 2009, p.19).

Tem-se observado um aumento significativo das pesquisas de ensino voltadas para este tema em diversos aspectos, tais como: o tratamento de tal nos livros didáticos; forma e inclusão do tema de Astronomia no Ensino Superior; tratamento do tema da Astronomia na escola média entre outros. Recentemente comemoraram-se os 400 anos da Astronomia pelo que se considera como seu início o momento em que Galileu usou um telescópio para ver mais longe. Este fato aliado ao aumento das pesquisas da área corroborou ainda mais para a inclusão de forma mais expressiva deste tema na escola média.

Como vimos, a Astronomia tem forte presença nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), tanto no Ensino Fundamental, em Ciências, quanto no Médio, por meio da disciplina Física. É possível perceber a presença desse tema nos currículos escolares, livros didáticos e exames de vestibulares, e por isso, é importante um olhar mais atento para esses meios para entender como ele é abordado através deles.

Neste trabalho vamos nos atentar a dois grandes vestibulares (FUVEST e UNICAMP) e ao ENEM. Sabemos que o Ensino Médio deve desempenhar um papel distinto em relação aos vestibulares, e a respeito da sua função, o PCN+ destaca "*[...] deixa de ser, portanto, simplesmente preparatório para o ensino superior ou estritamente profissionalizante, para assumir necessariamente a responsabilidade de completar a educação básica*" (PCN+, 2002, p. 8).

Quanto aos exames vestibulares, para a disciplina de Física, há uma tendência de se reproduzir no ensino básico as concepções valorizadas pelas instituições de ensino superior através de seus processos seletivos (FERNANDES, S. A.; MOREIRA, J. G.; FILGUEIRA, V. G, 2005). Tal situação também é citada por Menezes (2003):

“[...] O Ensino Médio está a serviço do vestibular [...]. O vestibular poderia ser um instrumento de aperfeiçoamento e avaliação da qualidade, mas virou o objetivo, o que é uma insanidade”. (Menezes, 2003, p.20).

Conforme destaca Menezes, uma das funções do vestibular e dos processos seletivos poderia ser o de auxiliar a qualidade do próprio Ensino Médio, uma vez que caberia a este processo seletivo avaliá-lo. Krasilchik (2000) também destaca que mais que servir como teste de admissão em universidades, os vestibulares têm grande influência no ensino Fundamental e Médio.

Portanto este trabalho vem analisar de que forma as questões do tema de Astronomia aparecem em tais exames, já que esses exames exercem influências significativas no ensino.

### **Objetivos**

Dada a importância que os exames vestibulares proporcionam ao desenvolvimento do ensino básico, pretende-se nesta pesquisa analisar tanto os temas vinculados a Astronomia presentes nos exames (FUVEST, UNICAMP e ENEM) quanto o papel desempenhado pelos mesmos na construção das questões. Dessa forma, desejamos verificar num primeiro momento se existem questões sobre Astronomia nessas avaliações e olhar de que forma essas questões surgem em tais exames, se como questões primordiais do problema ou somente como contexto para se abordar outro conteúdo da Física ou de outras áreas. Em um segundo momento, comparando com as temáticas do PCN+, desejamos verificar quais temas são abordados nessas questões.

### **Metodologia**

Foram analisadas as avaliações de Física da FUVEST (primeira e segunda fases e do programa de avaliação seriada da USP), UNICAMP (primeira e segunda fase) e do ENEM (todas as provas efetivamente aplicadas) desde o ano de 1998 até o vestibular 2011, e dessa análise todas as questões relacionadas à Astronomia foram selecionadas.

As questões foram classificadas em duas grandes categorias que serão descritas abaixo, que correspondem ao tipo de problematização e a temática presente nelas.

- Quanto à problematização: os problemas com temas de Astronomia presentes nas avaliações podem ser divididos em dois tipos de questões que envolvem os enfoques dados ao tema:

- Questões com conteúdo de Astronomia: são aquelas centradas no conhecimento de temas da Astronomia, dessa forma, este conhecimento é necessário para responder a questão.

- Questões com contexto em Astronomia: são as que utilizam exemplos e conceitos de Astronomia para questionar a respeito de outros conceitos, sendo eles de física ou de outras áreas, não sendo necessário um conhecimento de astronomia para resolver a questão.

- Quanto à temática: as questões relacionadas com a Astronomia, tanto as com conteúdo de Astronomia quanto as com contexto em Astronomia, possuem temas norteadores. Para a classificação dessas questões encontradas nestes exames referentes aos temas, tomou-se por referência o

tema estruturador Universo, Terra e Vida presente no PCN+ (bem como suas unidades temáticas), conforme indica a tabela a seguir:

**Quadro 01:** Tema estruturador do PCN+ (2002): Universo, Terra e Vida

<b>Tema 6: Universo, Terra e vida</b>	
<b>Terra e Sistema Solar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecer as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol para a descrição de fenômenos astronômicos (duração do dia e da noite, estações do ano, fases da lua, eclipses etc.).</li> <li>• Compreender as interações gravitacionais, identificando forças e relações de conservação, para explicar aspectos do movimento do sistema planetário, cometas, naves e satélites.</li> </ul>
<b>O Universo e sua origem</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecer as teorias e modelos propostos para a origem, evolução e constituição do Universo, além das formas atuais para sua investigação e os limites de seus resultados no sentido de ampliar sua visão de mundo.</li> <li>• Reconhecer ordens de grandeza de medidas astronômicas para situar a vida (e vida humana), temporal e espacialmente no Universo e discutir as hipóteses de vida fora da Terra.</li> </ul>
<b>Compreensão humana do Universo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecer aspectos dos modelos explicativos da origem e constituição do Universo, segundo diferentes culturas, buscando semelhanças e diferenças em suas formulações.</li> <li>• Compreender aspectos da evolução dos modelos da ciência para explicar a constituição do Universo (matéria, radiação e interações) através dos tempos, identificando especificidades do modelo atual.</li> <li>• Identificar diferentes formas pelas quais os modelos explicativos do Universo influenciaram a cultura e a vida humana ao longo da história da humanidade e vice-versa.</li> </ul>

Baseando-se nos no PCN+, estabeleceram-se as categorias para classificar as questões quanto ao tema:

### *I. Terra e Sistema Solar*

**IA)** Compreender quais são as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol e de que forma elas descrevem os fenômenos astronômicos como duração do dia e da noite, as estações do ano, os eclipses, entre outros;

**IB)** Compreender as interações gravitacionais e as relações de conservação que explicam os movimentos de cometas, satélites e naves espaciais;

### *II. O Universo e sua Origem*

**IIA)** Conhecer os modelos e teorias propostos para a origem, evolução e constituição do Universo e formular hipóteses de vida fora da Terra;

**IIB)** Reconhecer as ordens de grandeza das medidas astronômicas e se situar temporal e espacialmente no Universo;

### *III. Compreensão humana do Universo*

**IIIA)** Conhecer aspectos de modelos que explicam o Universo e/ou a relação destes modelos com diversas culturas e sua influência na vida humana ao longo da história.

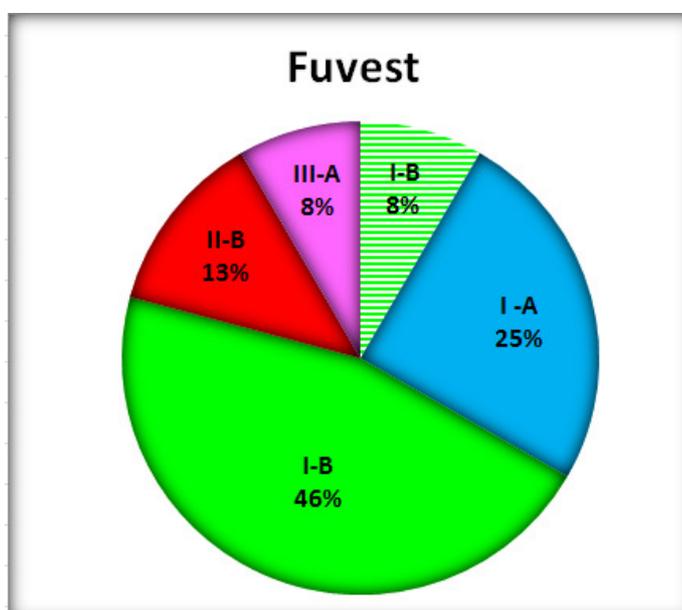
## Resultados

No total de questões de Física nos exames, foram selecionadas as que continham o tema Astronomia. As questões selecionadas foram analisadas, e com os resultados se obteve um gráfico comparativo de cada exame estudado. Nos gráficos, a parte hachurada representa as questões com contexto em Astronomia, e nelas, é possível observar quais temas são abordados nessas questões. Na parte não hachurada do gráfico temos as questões com conteúdo em Astronomia, e nestas questões também é possível visualizar os temas abordados. Abaixo listamos os resultados de cada análise:

### FUVEST:

No total de questões de Física no exame, foram selecionadas 356 questões da FUVEST e destas questões, por conter o tema Astronomia, foram analisadas 24 questões (6,7% do total). Com a análise, se obteve o gráfico a seguir:

Figura 01: Gráfico da Análise das questões da FUVEST



Pelo gráfico, é possível perceber que o tema mais presente nas questões do vestibular da FUVEST com conteúdo em Astronomia é a I-B, ou seja, compreender as interações gravitacionais e as relações de conservação que explicam os movimentos de cometas, satélites e naves. Esse tema também aparece como o único presente nas questões do tipo contexto. Outro tema mais abordado nas questões com conteúdo de astronomia foi o I-A (compreender quais são as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol e de que forma elas descrevem os fenômenos astronômicos como duração do dia e da noite, estações do ano, eclipses, entre outros), seguido do II-B (reconhecer as ordens de grandeza das medidas astronômicas e se situar temporal e espacialmente no universo) e do III-A (conhecer aspectos de modelos que explicam o Universo e/ou a relação destes modelos com diversas culturas e sua influência na vida humana ao longo da história). Abaixo, um exemplo de uma questão da USP que contém o tema I-B como conteúdo:

**Figura 02:** Exemplo de questão do vestibular da USP de 2001

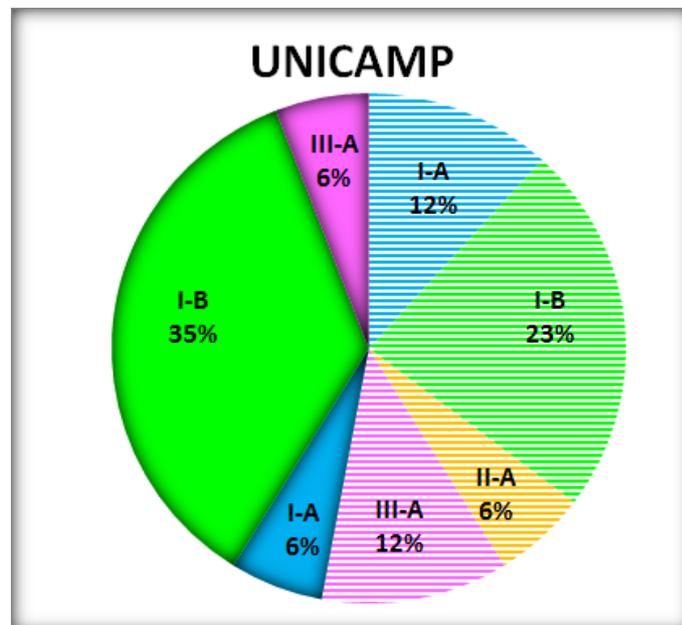
**50** A Estação Espacial Internacional, que está sendo construída num esforço conjunto de diversos países, deverá orbitar a uma distância do centro da Terra igual a 1,05 do raio médio da Terra. A razão  $R = F_e/F$ , entre a força  $F_e$  com que a Terra atrai um corpo nessa Estação e a força  $F$  com que a Terra atrai o mesmo corpo na superfície da Terra, é aproximadamente de

- a) 0,02
- b) 0,05
- c) 0,10
- d) 0,50
- e) 0,90

No exemplo acima, é notório que a questão só é resolvível se o aluno conhecer as interações gravitacionais e saber calcular a força de atração gravitacional através de uma fórmula matemática. Essa questão aborda o tema I-B (Compreender as interações gravitacionais e as relações de conservação que explicam os movimentos de cometas, satélites e naves espaciais) como conteúdo essencial para sua resolução.

#### **UNICAMP:**

No total de questões de Física, foram selecionadas 197 questões da UNICAMP, sendo que destas, por conter o tema Astronomia, foram analisadas 18 questões (9,1% do total). Com a análise, se obteve o gráfico a seguir:

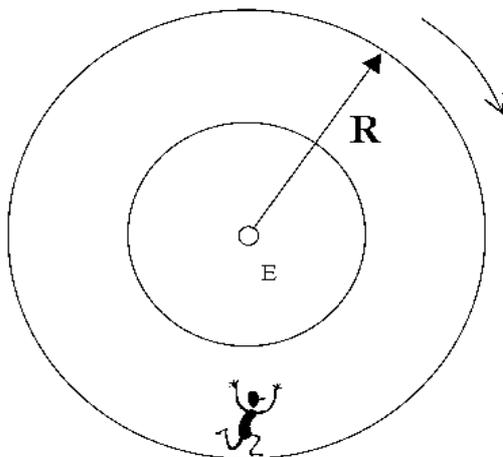
**Figura 03:** Gráfico da Análise das questões da UNICAMP

Pelo gráfico, é possível perceber que o tema mais presente nas questões do vestibular da UNICAMP com conteúdo em Astronomia é a mesma da FUVEST, I-B, ou seja, compreender as interações gravitacionais e as relações de conservação que explicam os movimentos de cometas, satélites e naves. Esse tema também

aparece como o mais presente nas questões que tem contexto em astronomia. Os outros temas mais abordados no conteúdo foram I-A (compreender quais são as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol e de que forma elas descrevem os fenômenos astronômicos como duração do dia e da noite, estações do ano, eclipses, entre outros) e III-A (conhecer aspectos de modelos que explicam o Universo e/ou a relação destes modelos com diversas culturas e sua influência na vida humana ao longo da história). Diferentemente da FUVEST, questões do tipo contexto foram mais frequentes. Dessa forma, outros temas também foram observados, como o I-A, III-A e II-A (conhecer os modelos e teorias propostos para a origem, evolução e constituição do Universo e formular hipóteses de vida fora da Terra). Nota-se também pelo gráfico que neste vestibular, as questões com contexto em astronomia estão em maior número (53%) que as questões com conteúdo em astronomia. Abaixo, um exemplo de uma questão da UNICAMP que contém o tema I-B como contexto:

**Figura 04:** Exemplo de questão do vestibular da UNICAMP de 2010

**9.** Algo muito comum nos filmes de ficção científica é o fato dos personagens não flutuarem no interior das naves espaciais. Mesmo estando no espaço sideral, na ausência de campos gravitacionais externos, eles se movem como se existisse uma força que os prendesse ao chão das espaçonaves. Um filme que se preocupa com esta questão é “2001, uma Odisséia no Espaço”, de Stanley Kubrick. Nesse filme a gravidade é simulada pela rotação da estação espacial, que cria um peso efetivo agindo sobre o astronauta. A estação espacial, em forma de cilindro oco, mostrada abaixo, gira com velocidade angular constante de  $0,2 \text{ rad/s}$  em torno de um eixo horizontal  $E$  perpendicular à página. O raio  $R$  da espaçonave é  $40 \text{ m}$ .



**a)** Calcule a velocidade tangencial do astronauta representado na figura.

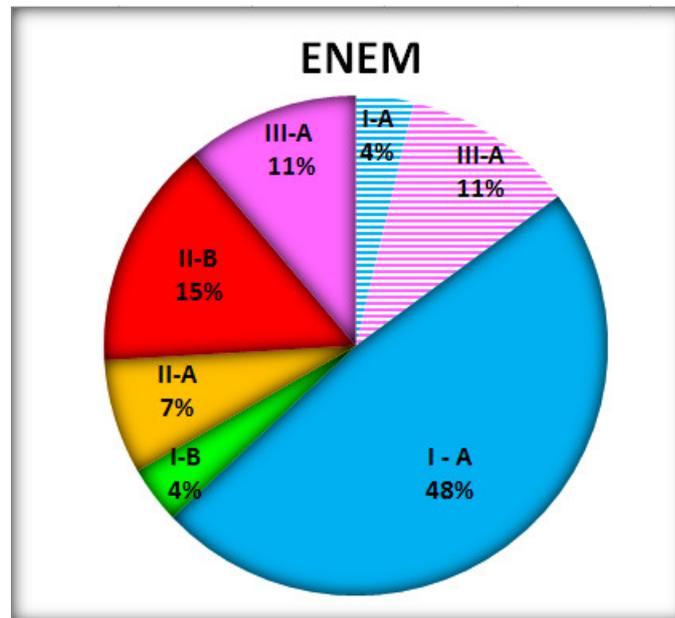
**b)** Determine a força de reação que o chão da espaçonave aplica no astronauta que tem massa  $m = 80 \text{ kg}$

No exemplo acima, a questão inicia seu enunciado descrevendo a respeito das interações gravitacionais e sua relação com as naves espaciais. No entanto, esse tema não é norteador para a resolução da questão, já que o questionamento principal refere-se ao cálculo da velocidade do astronauta e da força da reação, conceitos relacionados a força centrípeta. Portanto, a questão é resolvível se o aluno conhecer outro conceito da Física, e não o tema de Astronomia relacionado as interações gravitacionais, apesar ser de este tema ser usado como contexto da questão. Logo, essa questão aborda o tema I-B (Compreender as interações gravitacionais e as relações de conservação que explicam os movimentos de cometas, satélites e naves espaciais) como contexto em Astronomia.

**ENEM:**

No total de questões de Física, foram selecionadas 152 questões do ENEM, e destas questões, por conter o tema Astronomia, foram analisadas 27 questões do ENEM (17,8 % do total). Com a análise, se obteve o gráfico a seguir:

**Figura 05:** Gráfico da Análise das questões do ENEM

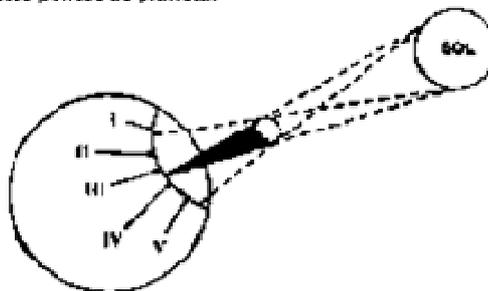


Pelo gráfico, é possível perceber que o tema mais presente nas questões do ENEM com conteúdo em Astronomia é a I-A, ou seja, compreender quais são as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol e de que forma essas relações descrevem os fenômenos astronômicos como duração do dia e da noite, estações do ano, eclipses, entre outros. Seguido desse tema, tem-se também para o conteúdo a presença do tema II-B (reconhecer as ordens de grandeza das medidas astronômicas e se situar temporal e espacialmente no universo), III-A (conhecer aspectos de modelos que explicam o Universo e/ou a relação destes modelos com diversas culturas e sua influência na vida humana ao longo da história), II-A (conhecer os modelos e teorias propostos para a origem, evolução e constituição do Universo e formular hipóteses de vida fora da Terra) e I-B (compreender as interações gravitacionais e as relações de conservação que explicam os movimentos de cometas, satélites e naves). Já para as questões do tipo contexto, os temas mais abordados foram o III-A (conhecer aspectos de modelos que explicam o Universo e/ou a relação destes modelos com diversas culturas e sua influência na vida humana ao longo da história), seguido do I-A (compreender quais são as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol e de que forma essas relações descrevem os fenômenos astronômicos como duração do dia e da noite, estações do ano, eclipses, entre outros). Percebe-se que os resultados das questões do ENEM diferem substancialmente dos outros vestibulares analisados principalmente a respeito do tema com maior incidência nas questões.

Abaixo, um exemplo de uma questão do ENEM que contém o tema I-A como conteúdo:

**Figura 06:** Exemplo de questão do ENEM de 2000**19**

A figura abaixo mostra um eclipse solar no instante em que é fotografado em cinco diferentes pontos do planeta.



Três dessas fotografias estão reproduzidas abaixo.



As fotos poderiam corresponder, respectivamente, aos pontos:

- (A) III, V e II.
- (B) II, III e V.
- (C) II, IV e III.
- (D) I, II e III.
- (E) I, II e V.

No exemplo acima, a questão mostra um eclipse solar, e para resolvê-la, o aluno deve conhecer o fenômeno, já que esse conhecimento é essencial para a resolução. Portanto, essa questão foi classificada com conteúdo em Astronomia, no tema I-A (compreender quais são as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol e de que forma essas relações descrevem os fenômenos astronômicos como duração do dia e da noite, estações do ano, eclipses, entre outros).

Dentre todas as análises feitas, como foi possível observar, somente no vestibular da UNICAMP o número de questões com contexto em Astronomia (parte hachurada) é maior que o número de questões com conteúdo em Astronomia. Quanto aos vestibulares, é possível perceber também que a categoria I-B (compreender as interações gravitacionais, etc.) é a mais frequente na questão temática em relação ao conteúdo, evidenciando que os vestibulares ainda se detêm no conteúdo básico da Gravitação em suas avaliações em detrimento dos outros tópicos propostos pelo PCN+. Apenas as provas do ENEM apresentaram questões que abordam todas as categorias temáticas, e ao contrário do que foi verificado nos outros vestibulares, nas questões com conteúdo em Astronomia a categoria I - A (relações entre o movimento da Terra, do sol, lua e etc.) foi a que apresentou maior incidência, seguido de reconhecer as ordens de grandeza e unidades astronômicas (II-B) e da compreensão humana do Universo (III-A).

Ainda em relação ao total de questões de Física nesses exames, percebe-se que a quantidade de questões relacionadas a astronomia é baixa nos vestibulares da USP (6,7% do total) e da UNICAMP (9,1 % do total), e quase o dobro no ENEM (17,8 % do total).

## **Algumas Considerações**

Há tempos discute-se a nova função do Ensino Médio, que insere a ideia de preparação para a vida e cidadania como fatores estruturantes da construção do conhecimento. Nessas discussões, a inserção de temas antes preteridos na escola média vem sendo mencionada, e um desses temas, na área de Física, é a Astronomia. Por conta disso, algumas propostas para que essa inserção seja realizada foram sugeridas, como no PCN+, através do tema estruturador Universo, Terra e Vida.

Como esse tema está em processo de inclusão na escola média, é interessante observar quais fatores favorecem essa inserção, como por exemplo, a presença desse tema em exames vestibulares e no ENEM. Por conta disso, neste trabalho, viemos a realizar uma análise da presença da Astronomia nesses exames a fim de verificar qual a natureza das questões com esse tema.

De maneira geral, o que podemos observar com os resultados dessa pesquisa é que, apesar da inserção dos temas de astronomia desde o início do ENEM (1998) com temas mais próximos aos propostos no PCN+, dois dos principais vestibulares do país, em todos esses anos, detiveram-se a conteúdos programáticos focados nas interações gravitacionais – Gravitação - ou em questões que envolvem apenas o uso do contexto em Astronomia, para explorar outros temas. Acredita-se que isso possa refletir na maneira como a astronomia é inserida no Ensino Médio e apresentada nos livros didáticos de Física. Espera-se, com esse trabalho e sua continuidade, acompanhar a transição do Ensino da Astronomia apenas relacionados à Gravitação Universal para conteúdos mais amplos e ganhando mais destaque, similar ao proposto pelos PCN+.

## **Referências**

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica: **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília, DF, 1996.

\_\_\_\_\_, Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Brasília, DF, 2000.

\_\_\_\_\_, Ministério da Educação. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, 2002.

FERNANDES, S. A.; MOREIRA, J. G.; FILGUEIRA, V. G. **Proposta de classificação de questões de física: I – Quanto à contextualização**. In: Atas do XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2005, Rio de Janeiro.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. Reformas e realidade, **São Paulo em Perspectiva**, 14(1) 2000.

MENEZES, L. C. Mais paixão no ensino de ciências. **Nova Escola**. Ano XVIII. Jan/Fev. pp. 19-21, 2003.

SIMÕES, C. C. Tese de Mestrado: **Elementos de astronomia nos livros didáticos de física**. Belo Horizonte, 2008.