

Questões de Física do ENEM/2012 com caráter sociocientífico: um estudo do potencial argumentativo à luz do padrão de Toulmin

Questions about Physics in the ENEM/2012 with socio-scientific characteristics: a study of the argumentative potential based on Toulmin standards

Marcos Fernandes Sobrinho

Instituto Federal Goiano (IF Goiano) e Universidade de Brasília (UnB)
marcos.sbf@gmail.com

Tiago Clarimundo Ramos

Instituto Federal Goiano (IF Goiano) e Universidade de Brasília (UnB)
tiagoclarimundo@ig.com.br

Wildson Luiz Pereira dos Santos

Universidade de Brasília (UnB)
wildson@unb.br

Resumo

No presente trabalho é feito um estudo exploratório das questões específicas de Física da prova de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), aplicado em 2012. O trabalho tem como objetivo identificar se as questões analisadas do ENEM/2012 apresentaram enunciados de natureza sociocientífica com potencial argumentativo, de acordo com o padrão de Toulmin. Ao analisar as estruturas monológicas encontradas em quatro questões de Física que exploraram a natureza sociocientífica, identificou-se o padrão de argumento de Toulmin, o que viabilizou uma análise abrangente para o desenvolvimento argumentativo. Isso indica o potencial, dessas questões, de contribuir para esse desenvolvimento. Percebeu-se ainda que, de certa forma, tais questões exigiram do estudante um posicionamento diante de questões sociocientíficas.

Palavras chave: Questões sociocientíficas, ensino de Física, ENEM, argumentação, padrão de Toulmin.

Abstract

This paper explores, through studies, the specific questions about Physics in the exam of the Sciences of Nature and its Technologies, of the National Secondary Education Examination (NSEE), implemented in 2012. The study aims to identify whether the questions presented in the ENEM/2012 analyzed the statements of a socio-scientific nature with an argumentative potential, in accordance with the Toulmin standard. By analyzing the monologic structures found in four questions of physics that explored the socio-scientific nature, we identified the Toulmin standard argument, which enabled a comprehensive analysis to their argumentative

development. This indicates the potential of these questions, in contributing with such development. We have noticed that, somehow, these questions required that the student decides on the socio-scientific issues.

Key words: Socio-scientific issues, physics teaching, ENEM, argumentation, the Toulmin standard

Introdução

No contexto de ensino, a inserção de questões sociocientíficas se configura como um meio de problematizar conteúdos de ciências. Nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006), em seu volume 2 – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, são encontradas reflexões a respeito da relevância de se incluir novas abordagens para o ensino que levem em conta discussões de natureza sociocientífica, vez que:

[...] A partir de discussões envolvendo os aspectos sociocientíficos, vão emergir em sala de aula diferentes pontos de vista, que deverão ser problematizados mediante argumentos coletivamente construídos, com encaminhamentos de possíveis respostas a problemas sociais relativos à Ciência e à Tecnologia. Esse diálogo cria condições para a difusão de valores assumidos como fundamentais ao interesse social, aos direitos e aos deveres dos cidadãos, de respeito ao bem comum e à ordem democrática. É necessário considerar, nesse sentido, que a abordagem de aspectos sociocientíficos, na base comum da área e do componente curricular, tem a função de desenvolver capacidades formativas específicas, aliadas aos conteúdos e aos conceitos, no tocante ao domínio da contextualização sociocultural. (BRASIL, 2006, p. 119).

Para diversos autores (ver, por exemplo, SANTOS e MORTIMER, 2009; REIS e GALVÃO, 2005; RATCLIFFE e GRACE, 2003) a exploração de questões sociocientíficas no ensino de ciências além de promover as interações em sala de aula, favorece potencialmente a construção de conhecimentos relevantes para a vida em sociedade, a promoção do pensamento crítico, o desenvolvimento de atitudes e valores nos alunos.

Nessa direção, o Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM –, elaborado com base em conteúdos, competências e habilidades preconizados em uma Matriz de Referência pode contribuir (BRASIL, 2009). Tal iniciativa se instalou na realidade educacional brasileira, em uma tentativa de inovar a forma de avaliar os estudantes da educação básica. Essa experiência já contabiliza uma década e meia de existência e considera como principais referências: a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996), os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2000, 2002b) e as Diretrizes do Conselho Nacional de Educação (BRASIL, 2012).

Já a partir do ano 2010, a maior parte das universidades passou a utilizar o Novo ENEM em seus processos seletivos de alguma forma, inclusive, em muitos casos, como critério único. É de se esperar que com a gradativa implementação do ENEM, como processo seletivo para o acesso ao Ensino Superior, possa induzir mudanças desejadas no currículo escolar (BEBER, 2012).

Todavia, em um estudo feito sobre as questões da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias – CNT – do ENEM, Beber (2012) alerta que existem certos distanciamentos entre o que se preconiza nos documentos oficiais e o que se encontra nas questões desse exame. A autora evidencia a necessidade de se investir na melhora qualitativa e de natureza

tipológica das questões do ENEM para que, assim, “possa efetivamente avaliar o que se propõe.” (BEBER, 2012, p 186).

Outros estudos também têm contestado a validade do ENEM (ver, por exemplo, FERNANDES, 2011; COLOMBI, 2004; SANTOS, 2011), o que denota não haver consenso quanto a ela. Na tentativa de ampliar esse debate, o escopo do presente trabalho se voltou para o seguinte problema de pesquisa, em que se propõe a investigar se as questões de CNT, do ENEM/2012, identificadas como sendo de Física, apresentaram enunciados de natureza sociocientífica com potencial argumentativo, de acordo com o padrão de Toulmin.

Modelo de argumentação de Toulmin

O modelo estruturado de Toulmin (2006) oferece um padrão que pode auxiliar no entendimento da lógica implícita em uma argumentação mais completa. No estudo proposto pelo autor, a ordem de justificação de uma conclusão é composta de uma série de fases. O início do processo justificatório requer a apresentação de um problema, o que pode ser feito ao se comprometer em elaborar uma pergunta clara.

Toulmin (2006) sugere a necessidade de se encontrar primeiro uma reivindicação de interesse, para depois se preocupar em apresentar uma justificação para a mesma. Além disso, as perguntas não devem conter contradição ou incongruência contextual, visto que perguntas construídas em bases inteligíveis expõem-se ao risco de não serem compreendidas. O argumento se mostra como um organismo que possui uma estrutura bruta, anatômica e, outra, fisiológica. Ao se referir à estrutura fisiológica da argumentação, o autor remete aos conceitos de bases, conclusão e relações estabelecidas entre as bases e a conclusão do argumento.

Partindo-se da afirmação inicial de um problema até chegar à conclusão existem algumas fases que marcam o progresso e/ou desencadeamento do argumento. Tais fases têm a função de mostrar que tomando certos dados é legítimo passar à conclusão (ver figura 1-a). No modelo em questão, para que um argumento seja considerado válido exige-se sempre que o passo dos dados (D) à conclusão (C) tenha uma garantia (G). Nesta proposta, as garantias correspondem aos padrões práticos implícitos ou cânones do argumento (TOULMIN, 2006).

Além disso, Toulmin (2006) reforça que há uma vasta classe de argumentos que podem ser expressos na forma: D; G; logo C, todavia, em seu padrão de argumentação em uma forma mais completa (ver figura 1-b), o autor sugere ser desejável incluir outros três elementos: I – o qualificador modal (Q) que exercerá a função de indicar a força de uma garantia (como, por exemplo, certamente, presumivelmente); II – o apoio (A) invocado para garantia que visará à melhor compreensão das razões argumentativas; e, III – a refutação (R) que servirá para indicar as circunstâncias nas quais a autoridade geral da garantia será deixada de lado.

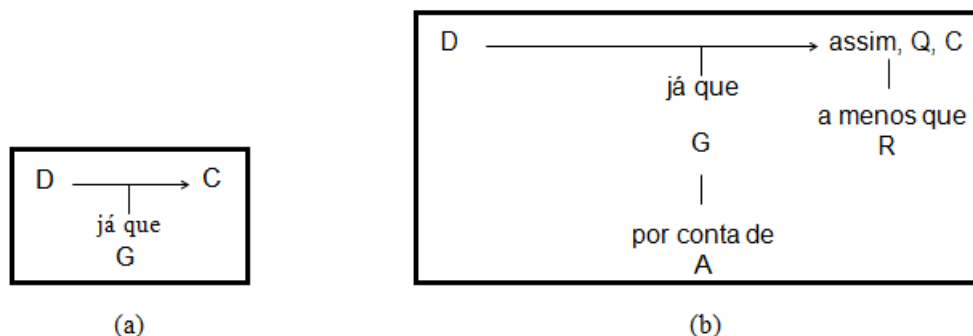


Figura 1: Estrutura de um argumento

Vale esclarecer ainda a distinção feita por Toulmin (2006) entre garantia e apoio. Para o autor, enquanto a garantia é reconhecida como uma afirmação-ponte, o apoio se apresenta como afirmação categórica de fato. Por isso, em alguns casos pode se aceitar uma garantia mesmo sem explicitar de início o apoio, uma vez que em certos casos o apoio pode estar subentendido.

No campo da Educação em Ciências, mormente no Ensino de Física, crê-se que Toulmin é um dos autores que pode suscitar contribuições significativas para análise dos desencadeamentos interpretativos presentes nos questionamentos em processos avaliativos. Além disso, espera-se também que os questionamentos no contexto da Física no nível médio incluam, de forma mais abrangente, problemas contextualizados, superando uma visão simplificadora de avaliação, na qual se prioriza a resolução de “quebra-cabeças matemáticos” a partir da aplicação de algoritmos.

Procedimentos metodológicos

Os dados foram constituídos e organizados de modo a permitirem analisar apenas as questões identificadas como sendo tipicamente de Física, presentes no ENEM de 2012.

Considerando os objetivos do trabalho, a investigação consistiu em analisar primeiro, no conjunto de questões de Física do ENEM/2012, quais delas apresentaram explícita e claramente relações de natureza sociocientífica, necessárias para suas resoluções. Para tanto, fez-se uma leitura exploratória da prova de CNT, que continha um total de 90 questões, entre as quais foram identificadas 15 como específicas (ou mais diretamente relacionadas) à Física. Após essa identificação, as 15 passaram por novas leituras para que fossem identificadas aquelas que apresentavam natureza sociocientífica, o que fez um total de quatro questões selecionadas.

Na sequência, utilizando-se o padrão de Toulmin, foram identificadas e analisadas possíveis estruturas monológicas presentes nas questões selecionadas, apontando-se os desencadeamentos interpretativos necessários para a resolução das mesmas.

Resultados e Discussão

A figura 2 apresenta as quatro questões analisadas, equivalentes a 27% do total da prova de Física. Tais questões evidenciaram, em suas resoluções, aspectos sociocientíficos, o que atende a propósitos do ENEM.

QUESTÃO 51

Um dos problemas ambientais vivenciados pela agricultura hoje em dia é a compactação do solo, devida ao intenso tráfego de máquinas cada vez mais pesadas, reduzindo a produtividade das culturas.

Uma das formas de prevenir o problema de compactação do solo é substituir os pneus dos tratores por pneus mais

- A) largos, reduzindo a pressão sobre o solo.
- B) estreitos, reduzindo a pressão sobre o solo.
- C) largos, aumentando a pressão sobre o solo.
- D) estreitos, aumentando a pressão sobre o solo.
- E) altos, reduzindo a pressão sobre o solo.

QUESTÃO 71

Suponha que você seja um consultor e foi contratado para assessorar a implantação de uma matriz energética em um pequeno país com as seguintes características: região plana, chuvosa e com ventos constantes, dispondo de poucos recursos hídricos e sem reservatórios de combustíveis fósseis.

De acordo com as características desse país, a matriz energética de menor impacto e riscos ambientais é a baseada na energia

- A) dos biocombustíveis, pois tem menor impacto ambiental e maior disponibilidade.
- B) solar, pelo seu baixo custo e pelas características do país favoráveis à sua implantação.
- C) nuclear, por ter menor risco ambiental e ser adequada a locais com menor extensão territorial.
- D) hidráulica, devido ao relevo, à extensão territorial do país e aos recursos naturais disponíveis.
- E) eólica, pelas características do país e por não gerar gases do efeito estufa nem resíduos de operação.

QUESTÃO 81

Aumentar a eficiência na queima de combustível dos motores a combustão e reduzir suas emissões de poluentes é a meta de qualquer fabricante de motores. É também o foco de uma pesquisa brasileira que envolve experimentos com plasma, o quarto estado da matéria e

que está presente no processo de ignição. A interação da faísca emitida pela vela de ignição com as moléculas de combustível gera o plasma que provoca a explosão liberadora de energia que, por sua vez, faz o motor funcionar.

Disponível em: www.inovacaotecnologica.com.br. Acesso em 22 jul. 2010 (adaptado).

No entanto, a busca da eficiência referenciada no texto apresenta como fator limitante

- A) o tipo de combustível, fóssil, que utilizam. Sendo um insumo não renovável, em algum momento estará esgotado.
- B) um dos princípios da termodinâmica, segundo o qual o rendimento de uma máquina térmica nunca atinge o ideal.
- C) o funcionamento cíclico de todos os motores. A repetição contínua dos movimentos exige que parte da energia seja transferida ao próximo ciclo.
- D) as forças de atrito inevitável entre as peças. Tais forças provocam desgastes contínuos que com o tempo levam qualquer material à fadiga e ruptura.
- E) a temperatura em que eles trabalham. Para atingir o plasma, é necessária uma temperatura maior que a de fusão do aço com que se fazem os motores.

QUESTÃO 82

A falta de conhecimento em relação ao que vem a ser um material radioativo e quais os efeitos, consequências e usos da irradiação pode gerar o medo e a tomada de decisões equivocadas, como a apresentada no exemplo a seguir.

"Uma companhia aérea negou-se a transportar material médico por este portar um certificado de esterilização por irradiação".

Física na Escola, v. 8, n. 2, 2007 (adaptado).

A decisão tomada pela companhia é equivocada, pois

- A) o material é incapaz de acumular radiação, não se tornando radioativo por ter sido irradiado.
- B) a utilização de uma embalagem é suficiente para bloquear a radiação emitida pelo material.
- C) a contaminação radioativa do material não se prolifera da mesma forma que as infecções por microrganismos.
- D) o material irradiado emite radiação de intensidade abaixo daquela que ofereceria risco à saúde.
- E) o intervalo de tempo após a esterilização é suficiente para que o material não emita mais radiação.

Figura 2: Questões 51, 71, 81 e 82 – CN – 1º dia / Caderno 3 – BRANCO, p. 17, 24 e 27 – ENEM 2012.

Tomando por base o padrão de Toulmin (2006), nas análises que se seguem, partiu-se da estrutura mínima de um argumento (D; G; logo, C). No entanto, eventualmente, e dependendo do que foi observado nas questões, utilizou-se a estrutura mais completa que inclui pelo menos um dos outros três elementos (Q, A ou R).

Análise das questões

O enunciado da **questão 51** apresenta como dado (D), “a compactação do solo, devida ao intenso tráfego de máquinas cada vez mais pesadas”.

Como garantia (G), o enunciado estabelece: já que “uma das formas de prevenir o problema de compactação do solo é substituir os pneus dos tratores”, o candidato teve de buscar apoio (A), com base na fundamentação teórica, que define pressão exercida pelos pneus dos tratores

(máquinas) sobre o solo, pela razão entre a intensidade da força normal aplicada e a área de contato dos pneus com o solo, conforme a expressão que se segue:

$$p = \frac{F_N}{A}$$

Assim, já que há a garantia (G), e por conta desse apoio (A), o estudante poderia chegar à conclusão (C) de que, para reduzir a pressão, minimizando a compactação do solo, deve-se aumentar a área de contato com o terra, utilizando-se pneus mais largos, o que implica assinalar como correta, a alternativa A (conclusão).

O enunciado da **questão 71** apresenta como dado (D), o fato de o candidato assumir que era um consultor que “foi contratado para assessorar a implantação de uma matriz energética em um pequeno país com as seguintes características: região plana, chuvosa e com ventos constantes, dispondo de poucos recursos hídricos e sem reservatórios de combustíveis fósseis.”.

Como garantia (G), o enunciado estabelece que o estudante deve assumir as características desse país (D), para então decidir acerca da implantação de uma “matriz energética de menor impacto e riscos ambientais”, que se revela como apoio (A) à tomada de decisão.

A presença de “ventos constantes” (D), e já que não apresenta resíduos de operação (A_1) e não produz gases do efeito estufa (A_2), remete à conclusão (C), por parte do candidato, o que implica assinalar como correta, a alternativa E (conclusão).

Ressalte-se que as informações constantes dos dados (D) orientam o estudante a descartar as outras opções de resposta, vez que: (1) a energia solar não seria adequada dado que se trata de região “chuvosa”, além disso, atualmente, os custos associados aos sistemas fotovoltaicos não são “baixos”; (2) a energia hidroelétrica é descartada dado que na região há “poucos recursos hídricos”; (3) a energia dos biocombustíveis não é conveniente dado que se pretende a implantação de uma “matriz energética de menor impacto” ambiental; e (4) a energia nuclear, nesse mesmo raciocínio, “implicaria riscos ambientais”, o que não é desejável pela imposição do enunciado.

O enunciado da **questão 81** apresenta como dado (D), “Aumentar a eficiência na queima de combustível dos motores a combustão e reduzir suas emissões de poluentes é a meta de qualquer fabricante de motores”.

Como garantia (G), o enunciado estabelece: já que “a busca da eficiência referenciada no texto apresenta como fator limitante”, o candidato teve de buscar apoio (A), com base na fundamentação teórica pertinente à 2ª Lei da Termodinâmica, que diz ser menor que 100%, o rendimento de uma máquina térmica. Significa que a limitação está na impossibilidade de converter calor integralmente em trabalho.

Assim, já que há a garantia (G), e por conta desse apoio (A), o estudante poderia chegar à conclusão (C) de que, “um dos princípios da termodinâmica, segundo o qual o rendimento de uma máquina térmica nunca atinge o ideal.”, o que implica assinalar como correta, a alternativa B (conclusão).

O enunciado da **questão 82** apresenta como dado (D), “Uma companhia aérea negou-se a transportar material médico por este portar um certificado de esterilização por irradiação”.

Como garantia (G), o enunciado estabelece: já que “A decisão tomada pela companhia é equivocada”, o candidato teve de buscar apoio (A), com base na introdução do enunciado que assevera: “A falta de conhecimento em relação ao que vem a ser um material radioativo e

quais os efeitos, consequências e usos da irradiação pode gerar o medo e a tomada de decisões equivocadas [...]”.

O estudante também deveria ter como outro apoio (A), o conhecimento de que materiais que são irradiados, não acumulam radiação. Aliás, situação bastante comum na esterilização de alimentos perecíveis como laranja, morango e muitos outros.

Assim, já que há a garantia (G), e levando-se em conta esses apoios (A), o estudante poderia chegar à conclusão (C) de que, “o material é incapaz de acumular radiação, não se tornando radioativo por ter sido irradiado.”, o que implica assinalar como correta, a alternativa A (conclusão).

Considerações finais

Apesar de o ENEM ter causado impacto na educação do sistema nacional de educação, alguns trabalhos sinalizam que há divergências quanto à sua validade, o que remete à ideia de não haver consenso quanto a ela. Esse exame tem sido bastante polemizado enquanto política pública de avaliação e algumas críticas dizem respeito, por exemplo, a questões de valorização do currículo e que ele – o exame – pode não estar cumprindo com as suas competências da matriz de referência.

À margem de todas essas discussões, o presente trabalho revela que, de alguma forma, esse exame tem contemplado aspectos sociocientíficos. Observou-se também que, tal como constatou Beber (2012), acerca do ENEM de 2009 e de 2010, permaneceram, na edição de 2012, questões em que foi desnecessário o contexto de natureza sociocientífica para sua resolução.

Não obstante, há de se reconhecer que, de certo modo, os elaboradores da área de Física, neste exame, têm buscado enfrentar o desafio de contemplar questões de natureza sociocientífica, mesmo com todas as dificuldades apresentadas pela própria estrutura de uma prova objetiva, que exige uma única resposta.

Analisando as estruturas monológicas encontradas nas quatro questões de Física que exploraram a natureza sociocientífica, identificou-se o padrão de argumento de Toulmin (2006), o que permitiu uma análise abrangente para o desenvolvimento argumentativo. Isso indica o potencial, dessas questões, de contribuir para esse desenvolvimento.

Percebeu-se ainda que as questões analisadas exigiram do estudante um posicionamento diante de questões sociocientíficas, ao que denota, em determinada medida, avanço.

Espera-se que esse avanço constatado na prova analisada continue nas próximas edições do ENEM, revertendo o quadro relatado por Beber (2012).

Agradecimentos e apoios

CNPq, Capes-Observatório da Educação.

Instituto Federal Goiano.

Referências

BEBER, Laís B. C. **Reorganizações curriculares na conquista da educação escolar de melhor qualidade**: expectativas acerca do efeito indutor do novo ENEM. 2012, 229f.

Dissertação (Mestrado em Educação nas Ciências) – Unijuí, Rio Grande do Sul, 2012.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Matriz de referência do Enem 2009**. Brasília: MEC/INEP, 2009.

_____. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Dispõe sobre as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 dez. 1996.

_____. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. **DCN do ensino médio**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2012.

_____. Ministério da Educação. **Exame Nacional do Ensino Médio – Documento Básico**. Brasília, 2002a. Disponível em: <http://dominiopublico.mec.gov.br/download/texto/me000115.pdf>

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Ensino Médio e Tecnológico. **Orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2006.

_____. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio**. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2000.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Ensino Médio e Tecnológico. **PCN+ ensino médio: Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais**. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002b.

COLOMBI, Fabiani Cristini Cervi. **A repercussão do Exame Nacional do Ensino Médio na escola pública estadual: do currículo a avaliação, sob a ótica de professores e alunos**. 2004. 87 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade do Vale do Itajaí, Santa Catarina, 2004.

FERNANDES, Carolina dos Santos. **O Exame Nacional do Ensino Médio e a educação química: em busca da contextualização**. 2011. 155 p. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2011.

RATCLIFFE, M.; GRACE, M. **Science education for citizenship: teaching socio-scientific issues**. Maidenhead: Open University Press, 2003.

REIS, Pedro; GALVÃO, Cecília. Controvérsias sócio-científicas e prática pedagógica de jovens professores. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.10, n.2, p. 131-160, 2005.

SANTOS, Jocenilson Ribeiro dos. **A constituição do enunciado nas provas do ENEM e do ENADE: uma análise dos aspectos semiológicos da relação língua-imagem sob a ótica dos estudos do discurso**. 2011. 171 p. Dissertação (Mestrado em Linguística) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, 2009, p. 191-218.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciência**, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2002.

TOULMIN, Stephen E. **Os usos do argumento**. 2ª Edição. São Paulo: Martins Fontes, 2006.