

PRODUTO EDUCACIONAL

**ARGUMENTAÇÃO EM AULAS DE BIOLOGIA: uma
atividade experimental sobre fotossíntese e
respiração.**



EDILENE FERREIRA DE MEDEIROS

MÁRCIA GORETTE LIMA DA SILVA

2018

Sumário

Apresentação	3
BASES DA ARGUMENTAÇÃO CIENTÍFICA	5
1-O que é a Argumentação Científica?	6
2-Por que é importante que o aluno aprenda a argumentar?.....	7
3-Modelo de Toulmin.....	11
4-Como construir um Argumento?	12
5-O que são Dados, Provas ou Evidências?.....	13
6-O que é justificar?	15
7-O que é a Conclusão?.....	16
8-O que é o Conhecimento Básico?	17
9-O que é o Qualificador Modal?	18
10-O que é Refutação?.....	18
11- Elementos do argumento no Modelo de Toulmin.....	20
Atividade Experimental:	23
1- O que é POA?	24
2-Sequência de Atividades	25
2.1- Primeiro Passo – Introdução ao Conteúdo Científico	26
2.2- Segundo Passo: Como Elaborar um Argumento Científico	28
2.3- Terceiro Passo: Desenvolvimento do Experimento.	31
2.3.1- Atividade Experimental: fotossíntese e respiração	32
2.3.1.1- Roteiro 1 - Atividade Experimental: Fotossíntese e Respiração	33
2.3.1.2- Roteiro 2 – Predição	34
2.3.1.3- Roteiro 3 - Observação	38
2.4- Quarto Passo: Elaboração dos Argumentos.....	39
2.4.1- Roteiro 4 - Argumentação.....	41
3- Avaliando os Argumentos	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

Apresentação

Caro (a) professor (a):

Este produto educacional é fruto da dissertação do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da UFRN e tem o objetivo de contribuir com o desenvolvimento da argumentação científica em aulas de Biologia no ensino médio.

De acordo com Duschl, Schweingruber e Shouse (2007) um dos principais objetivos do ensino científico é tornar os alunos proficientes em ciência no momento em que terminem o ensino médio, e isto requer que eles (1) saibam as explicações científicas importantes sobre o mundo natural, para serem capazes de utilizá-las na resolução de problemas, e compreender novas explicações quando estas são introduzidas; (2) sejam capazes de gerar e avaliar explicações e argumentos científicos; (3) compreendam a natureza do conhecimento científico e como este se desenvolve ao longo do tempo e (4) possam ser capazes de compreender a linguagem da ciência e participar de práticas científicas (tais como, investigação e argumentação).

Um exame próximo de cada objetivo mostra que a argumentação está presente em todos eles de forma mais ou menos explícita, o que pode explicar por que a argumentação se tornou tão presente na educação científica nas últimas décadas. Diante desse contexto, ensinar os alunos a argumentar cientificamente é um importante objetivo pedagógico nos dias de hoje (KUHN; 2005; DRIVER; NEWTON; OSBORNE, 2000).

Para que tal objetivo seja alcançado, os professores devem estar convencidos de que a argumentação é um componente essencial da aprendizagem da ciência e assim, partindo desse pensamento, possam propor atividades que promovam o discurso dialógico. Esta tarefa, no entanto, pode ser difícil dadas as limitações de uma sala de aula sem o desenvolvimento de novas estratégias ou técnicas de instrução (PRICE SCHLEIGH; BOSS; LEE, 2011).

Portanto, o desenvolvimento de materiais que deem suporte ao professor nessa tarefa é importante, já que muitas vezes ensinar a argumentação também é uma novidade para a maioria dos docentes e os materiais didáticos pedagógicos voltados para essa finalidade ainda são escassos.

Para diminuir essa lacuna, delineamos este produto educacional a fim de proporcionar uma visão geral e introdutória do referencial teórico que fornece as bases científicas da argumentação; apresentar uma atividade prática experimental sobre fotossíntese e respiração baseada na perspectiva predizer-observar e argumentar (POA), por meio da qual o aluno terá oportunidade de desenvolver, entre outras, as habilidades argumentativas.

Com isso, esperamos fornecer estratégias ao professor para utilizar a argumentação na sala de aula a fim de encorajar o diálogo sobre ciência e melhorar a capacidade de raciocínio dos estudantes, bem como, proporcionar a formação de cidadãos capazes de argumentar cientificamente e de atuar criticamente na sociedade em que vivem, promovendo, assim, mudanças em seu meio.

Boa leitura,

As autoras.



BASES DA ARGUMENTAÇÃO CIENTÍFICA

1-O que é a Argumentação Científica?

Pode-se definir a argumentação de muitas formas, mas tomamos como ponto de partida que a argumentação é o processo de avaliação do conhecimento (teorias, hipóteses, explicações) com base nas provas disponíveis (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2010). Há que se ter em conta que a partir do resultado desta avaliação, pode-se aceitar ou rejeitar determinados enunciados, explicações etc. Além da avaliação a partir das provas disponíveis, a argumentação pode também ter importante dimensão como persuasão, quer dizer, como forma de convencer uma audiência (pessoas que leem ou escutam) um determinado argumento.

Como consequência dessa definição, o processo de argumentação implica selecionar, interpretar e utilizar provas para apoiar seu ponto de vista.

Falamos de provas disponíveis em cada momento, pois estas podem mudar, e o aparecimento de novas provas pode levar a modificação da avaliação de uma teoria, a aceitar algo que já tinha sido descartado ou a descartar algo que anteriormente aceito. Quer dizer, os conhecimentos científicos podem mudar no tempo em função de novas provas.

Em resumo, consideramos que para que ocorra argumentação tem que haver conhecimento submetido a avaliação, ou seja, submetido a provas a fim de confirmá-lo ou refutá-lo.

Assim, em sala de aula é importante o professor estar atento para reconhecer os argumentos nas falas dos alunos ou em material escrito, pois de acordo com esse conceito não considera um simples enunciado um argumento, nem argumentar o fato de responder a uma pergunta ou realizar uma afirmação quando não há uma justificativa.

De acordo com Jiménez-Aleixandre não se pode falar de argumentação quando “unicamente se enfrentam duas opiniões sem relação ou com uma relação tênue com o conhecimento, ou quando não se articulam provas com estas opiniões” (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE 2010, p. 109).

2-Por que é importante que o aluno aprenda a argumentar?

Na sala de aula a prática argumentativa permite apresentar como os conhecimentos são construídos e estabelecidos pela comunidade científica. Pode ajudar os alunos a pensar cientificamente e facilitar o aprendizado dos conteúdos conceituais escolarizados a partir do conhecimento científico. Jiménez-Aleixandre e Erduran (2008) apontam as contribuições da argumentação para

o ensino das ciências (figura 01). Portanto, podemos dizer que a argumentação contribui para:

- o desenvolvimento do pensamento crítico, quer dizer, com a capacidade de desenvolver uma opinião independente, adquirindo a faculdade de refletir sobre a realidade e participar dela.
- a capacidade em proporcionar a alfabetização científica, ou seja, capacitar os alunos nas habilidades de falar e escrever cientificamente, entendido como a capacidade de interpretar os significados dos textos científicos de diferentes fontes, incluindo notícias vinculadas na imprensa ou textos de divulgação científica, bem como, redigir informes, resumos, conclusões e outros tipos de escritos relacionados com as ciências.
- o desenvolvimento de competências relacionadas com a forma de trabalho da comunidade científica, levando o aluno a se apropriar de práticas científicas, ou seja, da forma de trabalhar da comunidade e com os processos relacionados com a produção, avaliação e comunicação do conhecimento.
- promover o raciocínio, particularmente no que diz respeito à escolha de teorias ou posições baseadas em critérios racionais. A racionalidade tem o compromisso com a evidência e o desenvolvimento da capacidade de escolher entre teorias ou posições é parte do desenvolvimento de critérios epistêmicos que pode ser apoiado pela argumentação.
- desenvolver o acesso aos processos cognitivos e metacognitivos, sendo as estratégias cognitivas as que

permitem progredir na construção de conhecimento, e as estratégias metacognitivas as que permitem monitorar e melhorar o progresso do aluno por meio da avaliação, da compreensão e aplicação do conhecimento a novas situações.

Figura 1: Contribuições da Argumentação para o Ensino de Ciências



Fonte: Jiménez-Aleixandre e Erduran, 2008 (adaptado)

COMENTÁRIO: Professor, as práticas epistêmicas são as práticas envolvidas no processo de produção do conhecimento científico que segundo Kelly (2008) incluem os processos de produção, avaliação e comunicação do conhecimento. No ensino de ciências é importante que o aluno se aproxime dessas práticas, pois de acordo com Jiménez-Aleixandre e Gallástegui (2011) aprender ciências vai além de compreender e usar conceitos e modelos científicos e inclui também permitir o que o aluno desenvolva e se aproprie das práticas específicas do trabalho científico. Na sala de aula o aluno do ensino médio participa das práticas de construção do conhecimento (práticas epistêmicas segundo KELLY 2008) quando produz, usa, avalia ou revisa modelos (modelização). Participa das práticas de avaliação ou argumentação quando valora enunciados, teorias ou modelos à luz das provas disponíveis, avaliação que se relaciona com a construção de modelos. Participa da comunicação quando constrói seus próprios significados lendo textos científicos, escrevendo informes, projetos, trabalhos ou tudo o que podemos denominar de falar ciências. Assim, a argumentação implica não só justificar o conhecimento mediante provas, mas também persuadir uma audiência, o que está relacionado com a comunicação. Na figura 02 ilustramos o conceito do argumento e como a argumentação se relaciona com as práticas epistêmicas.

Figura 2: Argumentação e sua relação com as práticas epistêmicas.



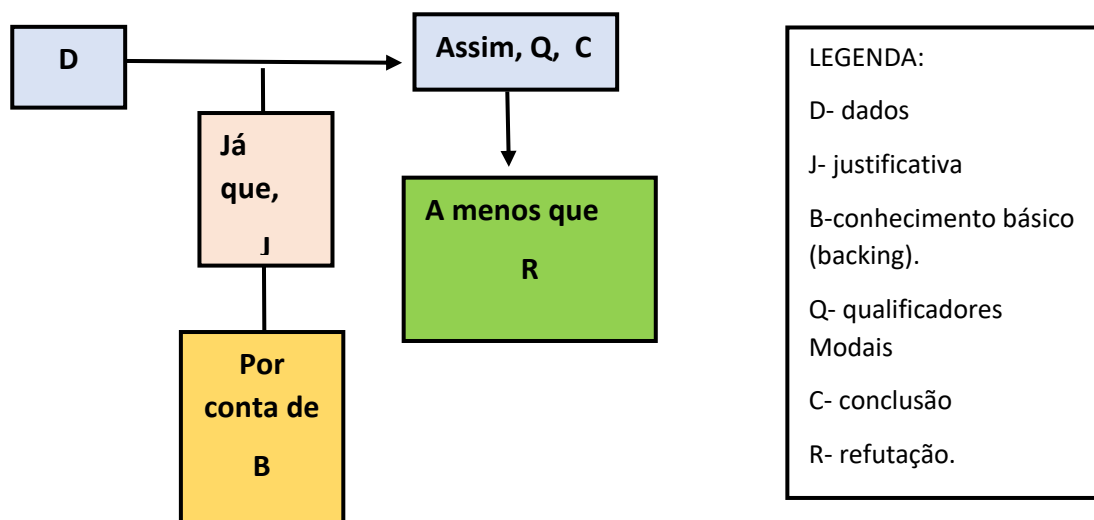
Fonte: Jiménez-Aleixandre e Brocos, 2015, p. 142.

3-Modelo de Toulmin

Em sala de aula o professor pode usar o modelo de Toulmin como uma forma de ensinar os elementos do argumento para os alunos a fim de tornar explícita sua estrutura, bem como pode utilizá-lo como ferramenta de análise dos argumentos produzidos em sala de aula. Esse modelo é amplamente usado tanto em pesquisas no contexto brasileiro (SÁ; QUEIROZ, 2011; CAPECCHI; CARVALHO, 2004, 2002; PEREIRA; TRIVELATO, 2009) quanto no contexto internacional (DRIVER; NEWTON; OSBORNE 2000; DUSCHL; OSBORNE, 2002; ERDURAN; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2008; KUHN 1991, entre outros). De acordo com Cappechi e Carvalho (2004), o padrão de Toulmin é considerado uma ferramenta poderosa para a compreensão da argumentação no pensamento científico porque: (1) relaciona os dados e as conclusões mediante leis de caráter hipotético; (2) apresenta o papel dos dados na elaboração de afirmações; (3) realça as limitações de dada teoria; (4) realça a sustentação de dada teoria em outras teorias; (5) os qualificadores e refutações indicam a capacidade de ponderar diante de diferentes teorias com base na evidência apresentada por cada uma delas e; (6) ajuda a relacionar características do discurso com aspectos da argumentação científica.

O modelo de Toulmin (2006) elenca 03 componentes essenciais na estrutura de um argumento: as provas (dados ou evidências), a justificação e a conclusão. Há 03 outros componentes que podemos considerar como auxiliares: o conhecimento básico, os qualificadores modais e a refutação. Toulmin apresenta sua estrutura de argumento de acordo com o layout apresentado na figura 03 .

Figura 3: Modelo de Toumin (2006), adaptado



4-Como construir um Argumento?

Para ajudar na construção de um argumento vamos usar o modelo de Toulmin (2006). Como já vimos, esse autor estrutura o argumento em 03 elementos essenciais e 03 auxiliares, mas o que exatamente significa cada um deles?

Passaremos a seguir a apresentar, cada um dos elementos do argumento segundo Toulmin.



5-O que são Dados, Provas ou Evidências?

O componente 'dado' em um argumento se refere as medições, observações, fatos ou mesmo resultados de outros estudos que foram coletados, analisados e interpretados por especialistas. Cabe aqui assinalar, que embora, muitas vezes, se pense em dados em termos de números ou porcentagens (dados quantitativos), há dados que são informações qualitativas.

Para Jiménez-Aleixandre o significado de provas e dados apesar de semelhante, apresenta diferenças que reside, principalmente, sobre o contexto em que é usado, pois as provas têm o papel de avaliação de um enunciado. Assim, ao falarmos de provas nos referimos sobretudo a sua função, já que apelamos a elas para comprovar ou refutar um enunciado, ou seja, para mostrar que um determinado enunciado é certo ou errado.

Uma forma de começar a trabalhar com as provas em sala de aula é pedir ao alunado para refletir porque sabemos alguns conhecimentos, que provas existem para confirmá-los ou refutá-los? Para isso, o professor pode consultar o material do projeto IDEAS (Osborne; Erduran; Simon, 2004), do projeto Minds of Gap (Jiménez-Aleixandre et al. 2009) e do livro 10 ideas clave (Jiménez-Aleixandre, 2010).

COMENTÁRIO: Na sala de aula os dados disponíveis aos alunos podem ser de vários tipos: (1) dados hipotéticos, aqueles provenientes de uma atividade ou problema; (2) dados empíricos, aqueles obtidos pelos próprios estudantes, numa atividade prática de laboratório, por exemplo; (3) dados fornecidos pelo professor, livro ou tarefa.

Em uma determinada tarefa, tendo os alunos coletado os dados, é importante que o professor os ajude a avaliarem as provas disponíveis por meio da utilização de critérios, tais como: sua confiabilidade, validade, suficiência, especificidade e que tenham relação com o enunciado em questão. Para isso, pode-se utilizar algumas perguntas como, por exemplo, as provas têm relação com a conclusão submetida a exame? (especificidade); em um conjunto de dados ou provas algumas são mais sólidas que outras? Em que medida um conjunto de provas apoia melhor um enunciado ou uma teoria do que uma prova isolada? (suficiência); a prova é confiável? (probabilidade da prova apoiar a conclusão). A validade por sua vez, se aplica sobre todos os instrumentos de valoração ou medida (sejam físicos, protocolos, questionários etc.).

O professor também deve levantar a questão: uma prova pode ser interpretada de formas distintas? Esse questionamento serve para mostrar aos alunos que nem sempre as provas são interpretadas da mesma forma, mas dependendo da teoria que as contemplem podem explicar-se de maneiras alternativas ainda que isto não signifique que todas as interpretações são válidas. O conhecimento pode mudar ao aparecer novas provas ou novas teorias que levam a outras interpretações. O ajuste ou coordenação entre provas e modelos teóricos é precisamente o processo mais relevante para construir e avaliar conhecimento científico.

O professor ainda pode mostrar que a maioria das grandes teorias e modelos científicos se sustentam em um amplo conjunto de provas. A comunidade científica, por meio de processos sociais de comunicação e, utilizando os conhecimentos gerados em aplicações tecnológicas, decide quando uma prova ou conjunto de provas é ou não suficiente. Vale ressaltar que em seu modelo, Toulmin denomina esse componente de “dado”, mas aqui, usamos as palavras dados, provas e evidências como sinônimos.

6-O que é justificar?

Para o professor ou para um especialista em uma determinada área, pode parecer, às vezes, que os dados confirmam um enunciado e que está obvio que não há necessidade de explicação. No entanto, para os alunos nem sempre é assim, pois podem ter dificuldades em perceber porque determinados dados provam ou refutam um enunciado. A justificação é precisamente o elemento do argumento que se relaciona com a conclusão ou explicação com as provas. Portanto, justificar é fornecer declarações que explicam a importância e a relevância das provas estabelecendo sua relação com a conclusão. Ou em outras palavras, mostrar como se chegou a uma conclusão, adequada e legítima, tomando os dados como ponto de partida.

COMENTÁRIO: Na sala de aulas quando os alunos elaboram argumentos, as justificativas se encontram conectadas ao componente conhecimento básico e, muitas vezes, é difícil distingui-las, principalmente, em se tratando de argumentos que envolvam questões científicas. O professor deve estar atento a este momento, pois as justificativas também podem estar implícitas e sua elaboração é o passo em que os alunos encontram maior dificuldade, visto que pode exigir o conhecimento do conteúdo específico. Além disso, por vezes, para os alunos os dados podem falar por si só confirmando ou não um enunciado de forma que eles não necessitam relacioná-los a conclusão, ligando-as a um princípio específico ou conceito.

Segundo Toulmin (2006), a justificação responde à “pergunta” como chegamos até aqui, ou seja, o papel da justificação é mostrar que “tomando os dados como ponto de partida, passar deles para o enunciado ou conclusão é adequado e legítimo”. Em seu layout Toulmin denomina esse componente de “warrant” que pode ser traduzido como “garantia”, mas utilizamos aqui a palavra “justificativa”, pois, assim com Jiménez-Aleixandre, entendemos que essa tradução se aplica melhor ao a língua portuguesa e ao contexto de sala de aula.

7-O que é a Conclusão?

A conclusão é uma conjectura, afirmativa, alegação, explicação, ou uma declaração descritiva em respostas uma questão de pesquisa. Ou em outras palavras é um enunciado de conhecimento que se pretende provar ou refutar.



COMENTÁRIO: Cabe ao professor ajudar ao aluno a diferenciar as conclusões que ele usa no cotidiano que são vistas como algo que se deriva de uma demonstração ou de provas, para as conclusões que ele usa no argumento vista como um enunciado submetido a uma avaliação, ou seja, como um enunciado que depois de ser contrastado com as provas pode ser comprovado ou refutado.

8-O que é o Conhecimento Básico?

Conhecimento básico é o elemento do argumento que respalda a justificação, apelando para teorias, modelos ou leis científicas dando maior solidez ao argumento. Quando tratamos de argumentos que envolvam questões de caráter sociocientífico podemos considerar o conhecimento básico de forma mais ampla para incluir, por exemplo, o domínio de valores ou o domínio ético. Toulmin denomina este componente de “backing” que pode ser traduzido como respaldo, apoio, mas em conformidade com Jiménez-Aleixandre (2010) preferimos o termo “conhecimento básico” para indicar a conexão com os conceitos e modelos científicos.



9-O que é o Qualificador Modal?

São palavras que expressam o grau de certeza de um argumento, tais como provavelmente, depende, com segurança, em certo modo entre outras. Por exemplo, em problemas de genéticas mendeliana ao realizar as predições para as proporções de fenótipos na descendência de um casal de híbridos verdes e amarelos dizemos que “provavelmente” a descendência será de $\frac{3}{4}$ amarelos e $\frac{1}{4}$ de verdes.

10-O que é Refutação?

Segundo Toulmin é o reconhecimento das restrições ou exceções da conclusão, ou seja, as circunstâncias em que a conclusão não é válida.

COMENTÁRIO: Na atualidade nos trabalhos sobre argumentação, sobretudo nas situações que se enfrentam posições opostas, entende-se por refutação a crítica as provas do adversário. Há que se levar em conta que não se trata de um simples enunciado opondo-se a outro, sem questionar as provas que o apoiam.



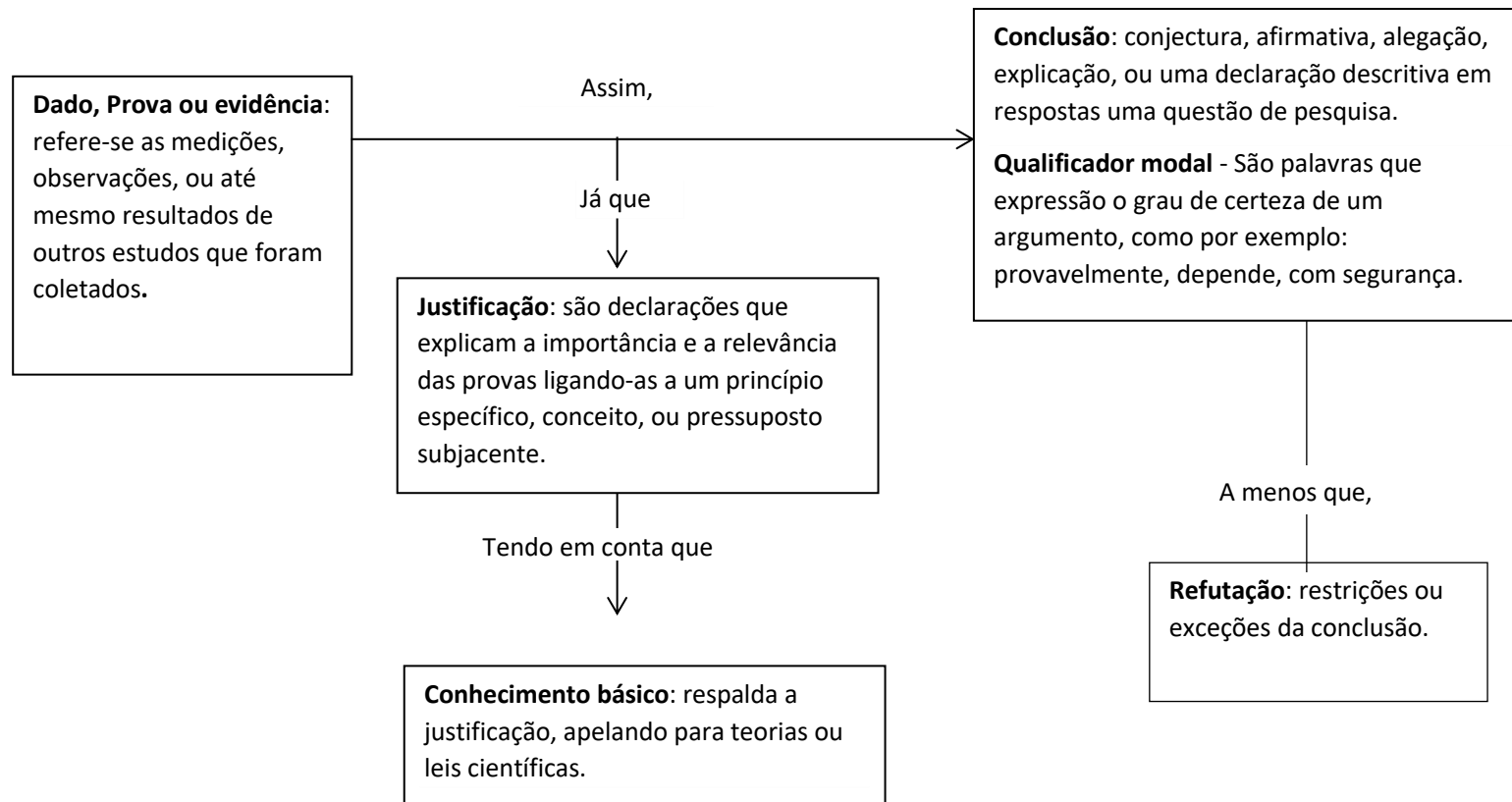
COMENTÁRIO: Erduran, Simon e Osborne, (2004) afirmam que a qualidade dos argumentos é avaliada a partir da observação da combinação dos componentes do argumento. Assim, as combinações que possuem um maior número de componentes são típicas de um argumento mais bem elaborado. Por exemplo, argumentos que apresentam dados, justificativas, conclusões e refutações são mais sofisticados, do que aqueles com apenas dados, justificativas e conclusões.

Portanto, o professor em sala de aula, a fim de melhorar a qualidade dos argumentos dos alunos pode optar por introduzir, inicialmente, os 03 elementos básicos do argumento e, de forma progressiva colocar os outros elementos auxiliares e com isso aumentar o grau de complexidade dos argumentos produzidos pelos alunos.

Na página seguinte, podemos observar um resumo dos elementos do argumento dentro do layout de Toulmin (figura 4).

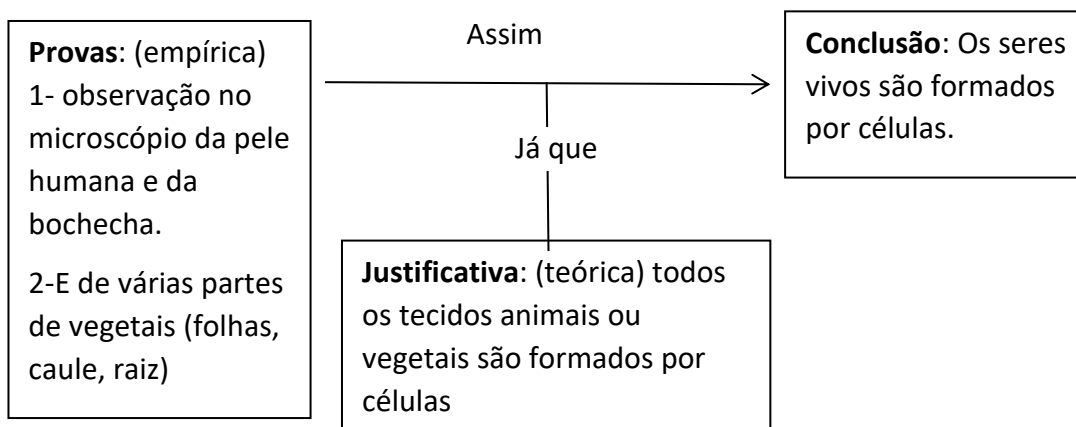
11- Elementos do argumento no Modelo de Toulmin

Figura 4: Elementos do argumento no Modelo de Toulmin.



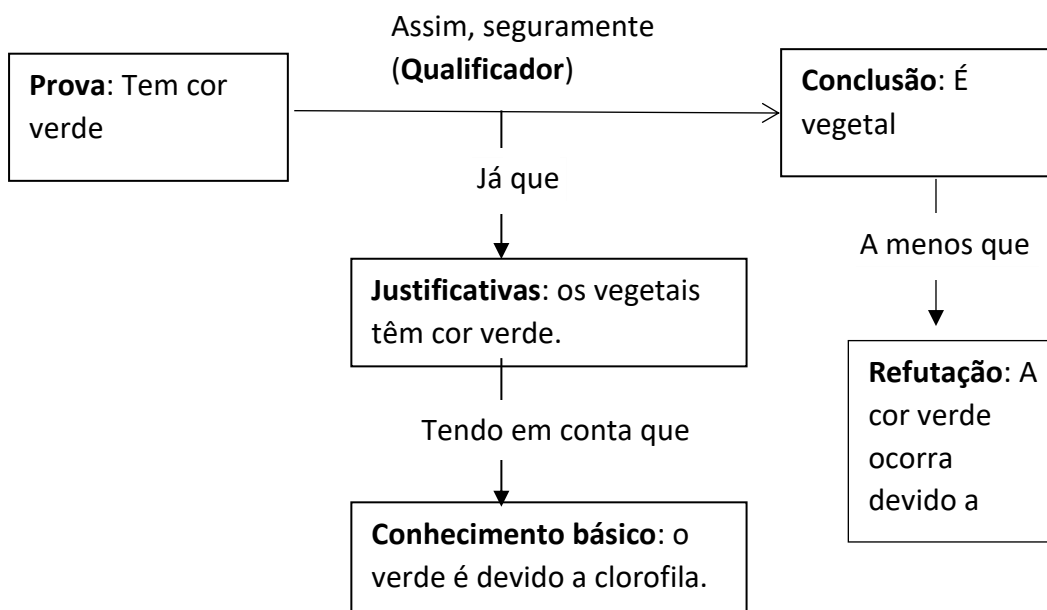
Agora vamos observar argumentos elaborados no padrão de Toulmin. Estes exemplos foram feitos por alunos durante uma atividade prática de citologia. Nota-se que na figura 05 o argumento possui seus elementos essenciais enquanto que na figura 06 é acrescido dos elementos auxiliares.

Figura 05: Layout de um argumento com seus elementos essenciais.



Fonte: Jiménez-Aleixandre et al. 2009,

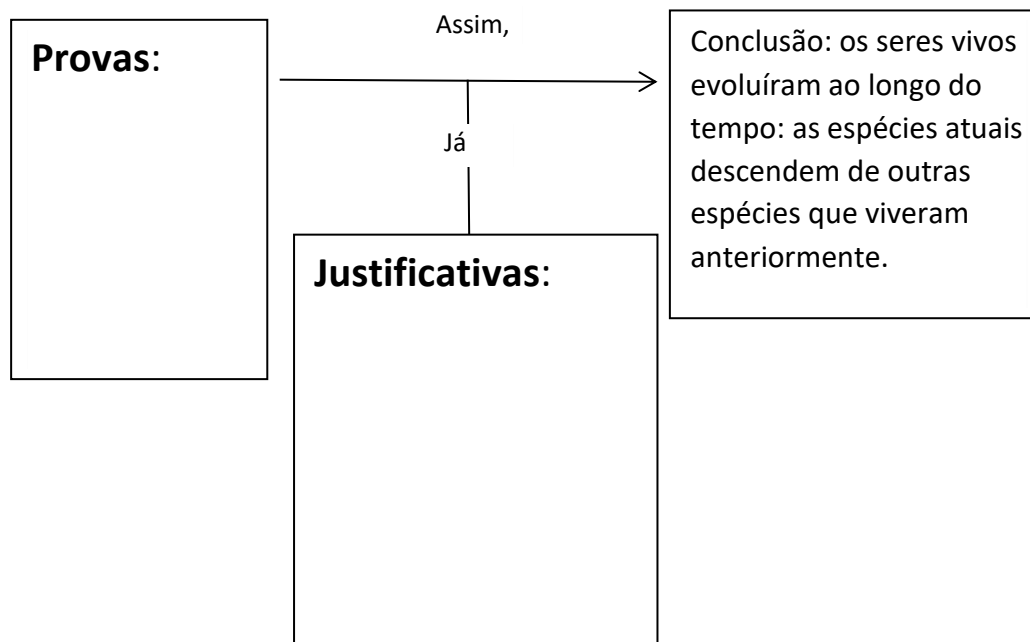
Figura 06: Layout de um argumento seus elementos essenciais e auxiliares.



Fonte: Jiménez-Aleixandre et al. 2009

Agora é a sua vez de praticar! Quais as provas e justificativas que melhor se adequam a conclusão abaixo?

Figura 07: Agora é com você



A seguir vamos expor uma sequência de atividades¹ na qual o aluno terá oportunidade de exercer a argumentação. Para tal, propomos uma atividade experimental sobre o conteúdo fotossíntese e respiração durante a qual os alunos devem ser instruídos a prever o que acontecerá durante um experimento, a observar o experimento colocando em cheque sua hipótese inicial e, por fim, elaborar um argumento científico para o fenômeno observado.

¹ Utilizamos elementos de Sanmartí (2000) para elaboração dessa sequência de atividades.



**Atividade
Experimental:
baseada na Perspectiva
Predizer-Observar e
Argumentar (POA)**

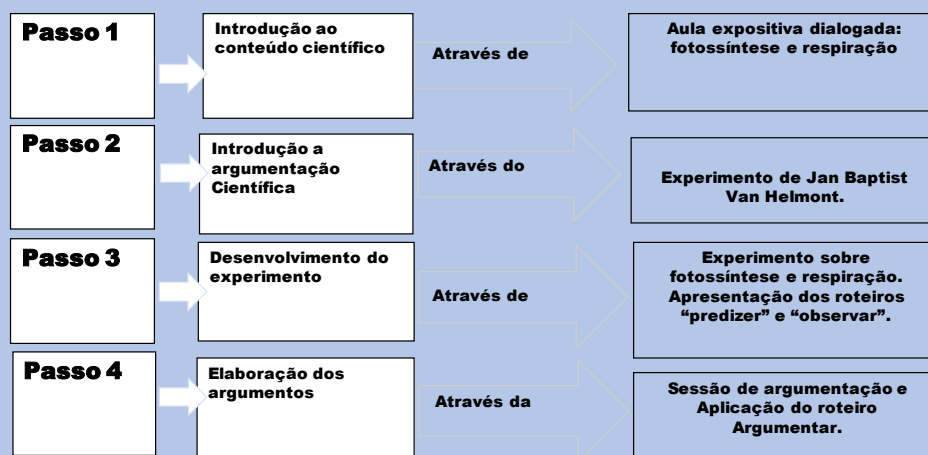


1- O que é POA?

A estratégia Predizer, Observar e Argumentar - POA (MEDEIROS, 2018), foi derivada da perspectiva POE - predizer, observar e explicar proposta por Gunstone e White (1981) numa adaptação ao DOE (demonstrar, observar e explicar). Por meio da POA se permite saber o quanto os alunos compreendem um assunto utilizando três tarefas específicas. Em primeiro lugar, devem prever os resultados de um experimento que lhes é apresentado ou executado, além de justificar sua previsão. Depois, ao realizarem o experimento (ou uma atividade demonstrativa), devem observar o que acontece e registrar suas observações detalhadamente e finalmente, elaborar um argumento para o fenômeno observado e reconciliar quaisquer conflitos entre a sua previsão e as suas observações. Portanto, assim como a POE a POA difere de estratégias tradicionais de ensino já que o aluno tem a oportunidade de expor suas ideias iniciais sobre determinado problema, ou seja, elaborar suas hipóteses iniciais, testá-las, coletar e analisar dados no intuito de confirmá-las ou refutá-las e, por fim chegar a uma solução elaborando um argumento científico. Desta forma, os alunos podem progredir de explicações de senso comum para uma abordagem científica na interpretação de fenômenos naturais, fornecendo argumentos, por meio do qual se propõe razões (provas) para aceitar ou refutar uma determinada hipótese (WALTON, 2006).

2-Sequência de Atividades

A sequência de atividades propostas tem como objetivo propiciar situações para desenvolver habilidades argumentativas em alunos do ensino médio. Para atingir esse objetivo foi planejada uma atividade experimental baseada na perspectiva Predizer, Observar e Argumentar abordando conteúdo “Metabolismo energético nos vegetais: fotossíntese e respiração. O tema escolhido, está apoiado em pesquisas que revelam que a fotossíntese de uma perspectiva humana, é o processo mais importante que ocorre na Terra (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2001). No âmbito escolar, a fotossíntese e a respiração são considerados conteúdos de natureza abstrata e de difícil compreensão pelos alunos que, muitas vezes, considera-os como fenômenos inversos e sem relação de complementariedade (LABRACE, 2009). Portanto, propomos fornecer ao professor uma abordagem para o ensino destes conteúdos, para isso, estruturamos a essa sequência em quatro passos como mostra o esquema abaixo:



2.1- Primeiro Passo – Introdução ao Conteúdo Científico

ATIVIDADE 01: Nesse primeiro momento o professor deverá motivar e situar os alunos no tema a partir de uma situação que explicita os conceitos envolvidos na fotossíntese e na respiração por meio de uma situação real ou fictícia ou de laboratório. Pode, por exemplo, utilizar imagens para expor a importância da fotossíntese e sua proximidade com temas atuais. Abaixo sugerimos algumas imagens que podem ser utilizadas para essa reflexão.



Qual a
relação das
imagens com
a
fotossíntese?



ATIVIDADE 02: Nesta etapa sugerimos ao professor que realize a sistematização do conteúdo científico referente a fotossíntese e a respiração. Para esta etapa o número de aulas

previstas estará sujeito ao grau de aprofundamento dado ao conteúdo, da série a que se destina, do desempenho da turma diante do conteúdo e das atividades que serão executadas, ou seja, dependerá dos objetivos a serem alcançados pelo professor mediante seu planejamento de aulas.

A seguir apresentamos o texto “Sobre a fotossíntese”, que faz um resumo sobre esse processo.

SOBRE A FOTOSSÍNTESE.

A fotossíntese é um processo de conversão de energia luminosa em energia química. Os seres fotoautotróficos utilizam a energia luminosa para produzir compostos orgânicos, como a glicose, usando como fonte de carbono o dióxido de carbono e como fonte de elétrons/hidrogênio a água. A fotossíntese pode ser expressa globalmente pela seguinte equação: $6 \text{CO}_2 + 12 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$. A produção de oxigênio pelos organismos fotossintéticos é extremamente importante como fonte de oxigênio atmosférico utilizado pela maioria dos organismos – incluindo os fotossintéticos – para completarem as suas cadeias respiratórias e obterem daí energia.

O dióxido de carbono, representado pela fórmula química CO_2 é um composto inorgânico pertencente à categoria dos óxidos, também é conhecido como gás carbônico ou ainda anidrido carbônico. O dióxido de carbono é produzido durante a respiração celular e durante a decomposição de matéria orgânica pelos decompositores. É utilizado durante a fotossíntese, processo fundamental para o ciclo do carbono. Em linhas gerais a fotossíntese poderá ser compartimentada em duas fases:

uma que depende diretamente da luz – fase fotoquímica e outra que não depende – fase química. A primeira produz ATP e um transportador de elétrons reduzido (NADPH + H⁺), a segunda usa o ATP, NADPH + H⁺ e CO₂ para produzir glicose. Na fase fotoquímica, a energia luminosa é utilizada para produzir ATP a partir de ADP + P, através de um conjunto de reações mediada por grupos de moléculas – os fotossistemas – num ciclo chamado fotofosforilação. Existem dois tipos de fotofosforilação: uma não cíclica que produz NADPH e ATP e uma cíclica que produz apenas ATP. Na fase química, que não depende diretamente da luz, os produtos da fotofosforilação não cíclica – NADPH e ATP – e o CO₂ são usados para produzir glicose, no denominado ciclo de Calvin-Benson. Apesar de se denominar também fase escura, não é totalmente independente da luz, uma vez que para a enzima responsável pela fixação do CO₂, a RuBisCo, requer luz para ser reduzida e estar no seu estado ativo. Ambas as fases da fotossíntese decorrem nos cloroplastos, mas em locais diferentes. Texto adaptado de Moreira, C. Revista de Ciência Elementar, v.1, n.01, 2013.

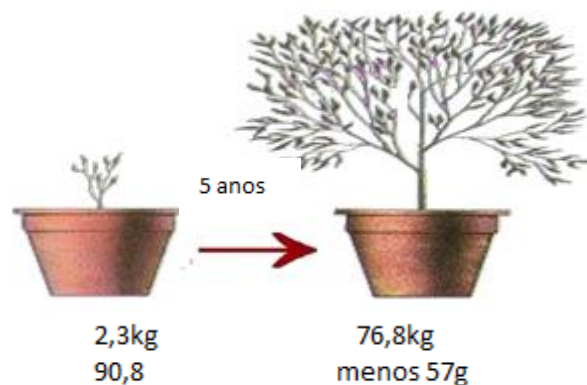
2.2- Segundo Passo: Como Elaborar um Argumento Científico

O objetivo dessa etapa consiste em introduzir o aluno na construção de um argumento científico bem estruturado e ensinar ao aluno de forma implícita a diferença entre argumento e explicação. Para tal, utilizaremos atividades desenvolvidas para essa finalidade. Nesse momento o professor

deverá: abordar os elementos do argumento de forma explícita no Modelo de Toumin; relacionar o argumento com a construção do conhecimento científico e expor seu conceito e importância.

Para o professor introduzir a diferença entre explicação e argumentação propomos o texto sobre os Experimentos de Jan Baptist Van Helmont:

Desde a época de Aristóteles, pensava-se que as plantas cresciam porque incorporavam nutrientes do solo. Em meados do século 17, o químico de médico belga Jan Baptist Van Helmont (1579 – 1664) começou a contestar essa informação, pois observou que sem água, a planta não vive. Portanto, ele foi um dos primeiros a observar como ocorria a nutrição das plantas. Para tal montou um experimento onde colocou 90,9 kg de solo seco num vaso e plantou nele um salgueiro como massa de 2,3kg. A planta foi cultivada durante cinco anos, tendo sido regada normalmente. Após esse período ele pesou a árvore e o solo seco e constatou que a massa da planta era de 76,8 kg e a do solo tinha 57g a menos que na pesagem inicial. Esses resultados levaram Van Helmont a concluir que o ganho de massa das plantas não era resultante da retirada de material do solo, e sim da água que ele adicionava ao solo presente no vaso. Segundo as próprias explicações de Van Helmont, as plantas ganham massa sem retirar do solo os componentes que utilizam e precisam da água para crescer. Texto adaptado do livro Sonia Lopes, v. 1, p. 282, 2 ed., São Paulo, 2013.



COMENTÁRIO: Sugerimos que em todas as atividades o professor trabalhe em pequenos grupos, com no máximo 4 componentes, para possibilitar maior interação, entre os alunos (OSBORNE et al. 2001).

SOBRE O EXPERIMENTO

Parte 1 - Com base nos dados explique como a planta do experimento de Van Helmont cresceu até alcançar 76,8kg se apenas 57g de solo foram consumidos?

Parte 2- Agora elabore um argumento para o experimento levando em consideração os questionamentos no interior dos quadros em branco.

1-QUAL A QUESTÃO QUE O EXPERIMENTO SE PROPÕE A RESPONDER?

2- QUAIS OS DADOS COLETADOS?

3- COMO JUSTIFICAR ESSES DADOS?

4-QUAL O CONHECIMENTO BÁSICO QUE SERVE DE APOIO PARA A JUSTIFICATIVA?

5- QUAL A CONCLUSÃO?

5- A CONCLUSÃO SERÁ VALIDA A MENOS QUE?

COMENTÁRIO: na parte número 01 os alunos devem responder como de costume dando suas explicações para o fenômeno. Na segunda parte eles devem responder a mesma questão agora elaborando seus argumentos. Assim, o professor pode conduzir o aluno a perceber a diferença entre explicação e argumento e a perceber função de cada entidade discursiva: uma explicação procura tornar claro, gerar uma sensação de maior compreensão sobre determinado fenômeno, enquanto que o argumento, procura persuadir ou justificar uma declaração de conhecimento².

Quando o professor trabalha argumentação em sala de aula deve estar sempre atento a essa diferença, pois geralmente em sala de aula os alunos são mais requisitados a fornecerem explicações, em consequência, essas são mais comuns, ou seja, comumente se fornece razões para o porquê determinado fenômeno ocorre, ao invés de justificar as alegações com base em provas.

2.3- Terceiro Passo: Desenvolvimento do Experimento.

Para essa etapa o professor deverá seguir as seguintes orientações:

- Os alunos deverão se dividir em grupos pequenos com 4 componentes.

² Para um maior aprofundamento na diferença entre argumento e explicação sugerimos o artigo de Osborne e Patterson (2011).

- Para a atividade experimental propriamente dita o professor vai necessitar de no mínimo dois encontros.

2.3.1- Atividade Experimental: fotossíntese e respiração

Esta atividade experimental é baseada na perspectiva "Prever-Observar-Argumentar" (POA), durante a qual os alunos são introduzidos numa atividade onde um fenômeno precisa ser explicado com base em provas. Os alunos são convidados a prever o resultado de um experimento que eles irão realizar. Esta previsão também pode basear-se em seus conhecimentos sobre a fotossíntese. Em seguida, os alunos devem ser orientados a realizar o experimento e observar o que acontece com a elodea quando ela é submetida a dois ambientes diferentes (claro e escuro). Nesta fase é esperado que os alunos gerem seus próprios dados, analise-os e então usem essas informações para apoiar ou refutar as previsões fornecidas. Por fim, que elaborem argumentos científicos usando as evidências coletadas.

Inicialmente o professor deverá distribuir o roteiro número 01 referente a atividade experimental que será detalhada a seguir.

2.3.1.1- Roteiro 1 - Atividade Experimental: Fotossíntese e Respiração

Objetivo:

- Elaborar argumentos científicos para a relação entre a fotossíntese e a respiração usando as evidências coletadas no experimento.

Metas de Aprendizado:

- Identificar e avaliar as evidências utilizadas pelos alunos durante a aplicação do experimento.
- Gerar um argumento com dados, justificativa apoiada em conhecimento básico e conclusão, para o que acontece nos tubos deixados nos ambientes claro e escuro.
- Estabelecer a relação entre a fotossíntese e a respiração realizada pela elódea.
- Estabelecer a função da luz no processo de fotossíntese.

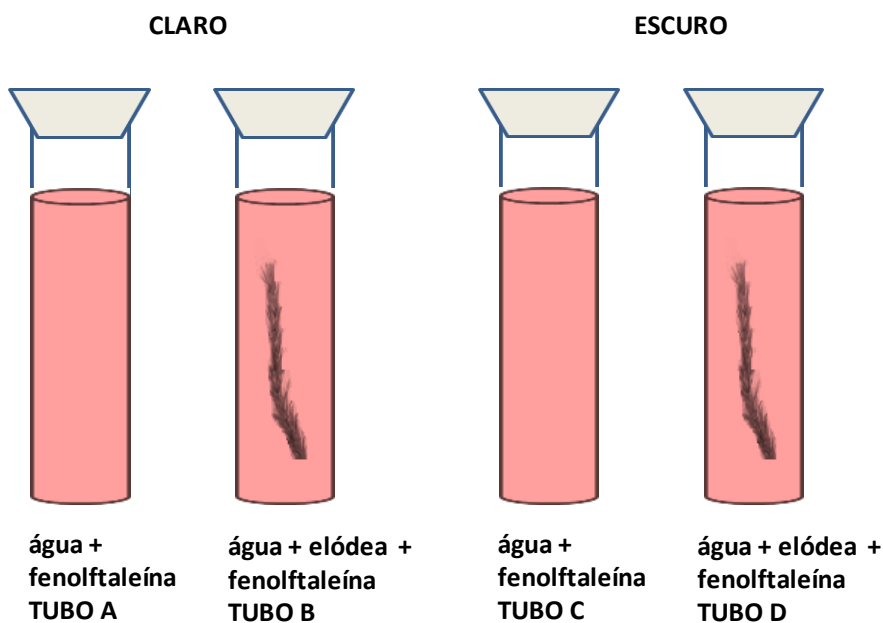
Material:

- Elódeas (*Elodea canadenses*)
- Tubos de ensaio
- Água
- Indicador – fenolftaleína – a fenolftaleína é um indicador de pH, isto significa que muda de cor conforme variação do pH da água. A fenolftaleína mantém-se incolor em soluções ácidas e rosa e soluções básicas, podendo obter coloração carmim ou fúcsia em soluções fortemente alcalinas.
- Caixas de papelão.
- Grade para tubos de ensaio.
- Etiquetas e Papel de tornassol para verificar o pH da água.

Estratégias para a realização do experimento.

- Coloque dois tubos de ensaio em uma grade e marque-a com uma etiqueta com a palavra CLARO. Repita o procedimento e marque outra grade com a palavra ESCURO.
- Em um dos tubos do CLARO coloque um ramo de elodea. Repita a operação para um dos tubos do ESCURO.
- Em seguida coloque água levemente alcalina nos dois tubos com elodea de forma que cubra toda a planta (não é necessário encher o tubo, basta que cubram a planta) e acrescente 3 a 4 gotas de fenolftaleína de maneira que os tubos fiquem cor de rosa.
- Nos dois tubos restantes coloque apenas a água levemente alcalina (com a mesmo pH dos tubos anteriores) e acrescente a mesma quantidade de fenolftaleína dos tubos anteriores. Coloque um dos tubos na grade marcada com “Claro” e o outro na grade com “Escuro”.

Ao final, seu experimento deverá estar montado conforme o modelo a seguir. Coloque os tubos A e B na luz solar (ou próximo a uma fonte de luz como uma janela, por exemplo) e os tubos C e D numa caixa de papelão de forma que fiquem completamente no escuro por pelo menos 24 horas.



Após a distribuição do roteiro n. 01 os alunos devem realizar sua leitura a fim de sanar quaisquer dúvidas em relação aos procedimentos da atividade experimental. A seguir deverá ser distribuído o roteiro número 02 - “predição” e neste momento os alunos devem discutir nos grupos quais os resultados do experimento que eles esperam que aconteçam e registrá-los no roteiro. Vale salientar que os alunos também precisam explicar as razões do porque eles pensam que suas predições estão corretas.

2.3.1.2- Roteiro 2 – Predição

A predição é um procedimento fundamental, pois irá estabelecer as possíveis respostas a serem buscadas no processo de resolução do problema, influenciando assim, a construção da estratégia a ser utilizada para resolvê-lo. É feita em função das variáveis envolvidas no processo.

1-O que você espera que aconteça com os tubos que ficaram no claro?

TUBO -A _____

TUBO -B _____

2-Por que você espera que isto aconteça?

TUBO- A _____

TUBO-B _____

3-O que você espera que aconteça com os tubos que ficaram no escuro?

TUBO -C _____

TUBO - D _____

Após a elaboração do roteiro “predição” os alunos devem executar o experimento conforme as orientações do roteiro 1.

COMENTÁRIOS PARA REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO:

- Para realização dessa prática há que se levar em



conta o pH da água. Utilizamos a água com pH alcalino, tendo como indicador a fenolftaleína, que em meio alcalino apresenta-se

na cor rosa-carmim e em meio ácido fica incolor. A

faixa de viragem da fenolftaleína é entre pH 8,2 e 10,0, então ela é indicada para reações em que o ponto de viragem ocorre em pH básico. Se sua água tiver um pH ácido outros indicadores poderão ser utilizados. O ideal é testar para ver qual o mais indicado.

Fenolftaleína (indicador de pH)		
<i>pH abaixo de 8</i>	<i>pH entre 8,0 e 10,0</i>	<i>pH entre 10,0 e 12,0</i>
incolor	= rosa	= carmim ou roxa

- Neste experimento estaremos de maneira indireta determinando a ocorrência de respiração e da fotossíntese. Existem diversas maneiras de se avaliar a respiração. Uma delas consiste em acompanhar as variações na concentração do CO₂ produzido em um sistema fechado. Estas variações podem ser observadas com o auxílio de um indicador universal de pH, pois alterações na concentração de CO₂ se refletem no grau de acidez da solução. No meio aquático o CO₂ presente reage com a água formando ácido carbônico (H₂CO₃) o que faz o pH diminuir. Portanto, no experimento através da presença/ausência do CO₂ estaremos determinando a ocorrência ou não da fotossíntese e da respiração.

A seguir na tabela 01 apresentaremos os resultados esperados para esse experimento, bem como, as explicações para o que ocorre em cada um dos tubos. Há que se ressaltar que no tubo B observamos a intensificação da cor rosa, neste caso a fotossíntese ocorre com mais intensidade que a respiração devido as características específicas da elodea, em decorrência, o CO₂ é retirado do meio, o que diminui a quantidade de H⁺ e, portanto, fica mais alcalino.

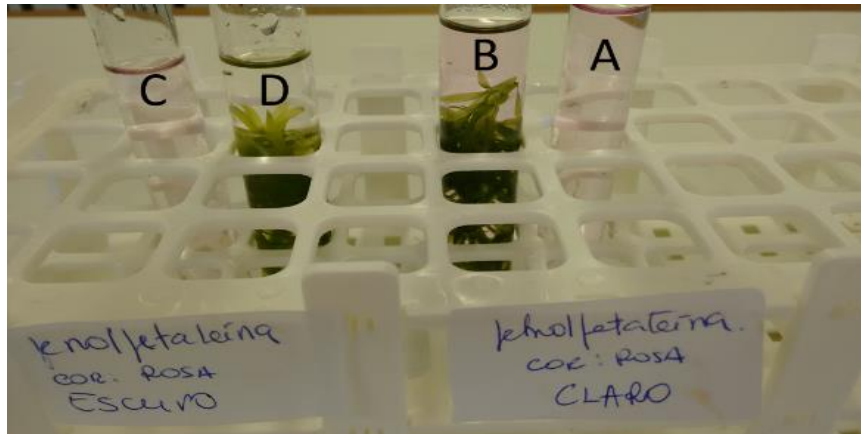
Há que se ressaltar também que essa modificação de tonalidade pode ser muito sutil e as vezes difícil de ser observada. Porém, esse tubo sempre se manterá na cor rosa.

Tabela 01: resultados esperados para o experimento

Tubo	A	B	C	D
Condições ambiente	Mantidos no ambiente claro por 24 horas		Mantidos no ambiente escuro por 24 horas	
Conteúdo	Água e fenolftaleína (coloração rósea)	<i>Elodea canadenses</i> , água e fenolftaleína (coloração rósea)	Água e fenolftaleína (coloração rósea)	<i>Elodea canadenses</i> , água e fenolftaleína (coloração rósea)
Resultado observado	Não houve mudança de coloração.	Intensificação de tonalidade da cor rósea.	Não houve mudança de coloração.	Mudança de róseo para incolor.
Explicação	A presença de luz não interferiu. Manteve a cor da fenolftaleína em meio levemente alcalino.	A intensificação de tonalidade indica que o meio se tornou um pouco mais alcalino. No processo de respiração, a planta libera CO ₂ , porém, o mesmo é consumido no processo de fotossíntese. Neste caso, diminuindo ainda mais a concentração de íons H ₃ O ⁺ e tornando o meio mais alcalino, sinalizado pela intensificação da cor rosa.	A ausência de luz não interferiu. Manteve a cor da fenolftaleína em meio levemente alcalino.	A mudança de coloração indica variação do pH, indicando que o meio está ácido. O processo de respiração da planta liberou CO ₂ que ao reagir com a água formou ácido carbônico (H ₂ CO ₃) se dissociando em bicarbonato (HCO ₃ ⁻) e íon hidrônio (H ₃ O ⁺).

Na figura 08 podemos observar a representação dos resultados do experimento nos 4 tubos. Verifica-se a coloração rosa nos tubos A, B (com uma intensidade maior na coloração rosa) e C; e incolor no tubo D.

Figura 08: Resultado do experimento.



Após 24 horas da execução do experimento os alunos devem observar os seus resultados e anotar no roteiro 3 “Observação”, conforme modelo abaixo:

2.3.1.3- Roteiro 3 - Observação

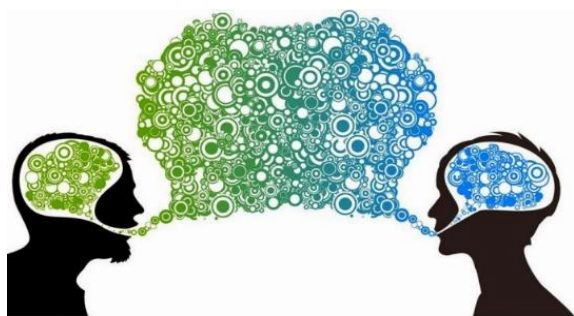
Neste momento os alunos devem verificar o resultado do experimento e o professor deve orientá-los a estarem atentos para perceberem os detalhes, tomar nota, e reunir os fatos significativos para o experimento.

1- O que aconteceu com os tubos que ficaram no claro?

2- O que aconteceu com os tubos que ficaram no escuro?

A seguir vamos ao quarto passo da atividade.

2.4- Quarto Passo: Elaboração dos Argumentos.



Para esta etapa é importante lembrar aos alunos que devem focar a sua atenção na avaliação de evidências e no raciocínio, em vez de atacar as opiniões pessoais de outros alunos. (SAMPSON; SCHLEIGH, 2013).

A partir da observação dos resultados iniciaremos esta etapa com uma **Sessão de Argumentação**, na qual os alunos discutiram suas ideias nos grupos. Esta sessão de argumentação acontece para que mais alunos tenham a oportunidade de discutir e determinar se os dados recolhidos são relevantes, suficientes, e convincentes o bastante para suportar a explicação. Os alunos podem ficar livres para percorrerem todos os grupos para que possam entrar em contato com outras explicações e então comparar suas explicações com aquelas elaboradas pelos outros grupos e então, discutir qual a melhor explicação para o fenômeno observado no experimento.

Este momento é importante, pois pesquisas indicam que os alunos aprendem mais sobre o conteúdo e de como se engajar melhor no pensamento crítico quando expõem suas ideias aos outros, quando respondem às perguntas e os desafios de outros estudantes, quando articulam justificativas mais substanciais para seus pontos de vista, e quando avaliam os méritos de ideias concorrentes.

Neste momento da atividade o professor deve encorajar os alunos a tentarem explicar a relação entre a fotossíntese e



a respiração dos tubos com elodea que ficaram no claro com os que ficaram no escuro tomando como base as provas colhidas. O professor também deve evitar fornecer as respostas

prontas aos alunos e tentar incentivá-los a elaborar suas próprias respostas. Para isso, pode fazer perguntas a fim de facilitar esse processo, tais como: por que você acha isso? Qual é a sua razão para isso? Como você sabe? Quais são seus dados? Existe outro argumento para o que você acredita? Ocorre fotossíntese nos dois casos? Por quê? Se não, por quê? Ocorre respiração nos dois casos? Por quê? E, não por quê? Os alunos podem também ser incentivados a pesquisarem em livros ou em sites da Internet a fim de esclarecer possíveis dúvidas a respeito do conteúdo específico estudado.

No geral, o objetivo do professor durante a sessão de argumentação é incentivar os alunos a pensar sobre como eles sabem o que sabem e por que algumas alegações são mais válidas ou aceitáveis na ciência. Não é hora de dizer aos alunos se estão certos ou errados, recomendamos que o professor circule em sala de aula de um grupo para outro, a fim de agir como um mediador.

Após a Sessão de Argumentação os alunos deverão elaborar seus argumentos escritos seguindo as orientações do roteiro 04 apresentado a seguir:

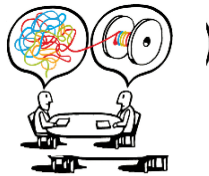
2.4.1- Roteiro 4 - Argumentação

A QUESTÃO:
1-OS DADOS:
2-AS JUSTIFICATIVAS:
3-O CONHECIMENTO BÁSICO:
4-A CONCLUSÃO

COMENTÁRIO:

- A intenção ao planejar esse roteiro foi minimizar a complexidade da tarefa para os alunos, pois elaborar argumentos não é algo fácil (OSBORNE, et al., 2001; MCNEILL et al., 2006), bem como, ajudá-los a focalizar a atenção nas características relevantes de um argumento. Revelar o quadro tácito da argumentação científica pode facilitar a construção desta tarefa pelos alunos (REISER et al., 2001). A medida que os alunos se familiarizam com a estrutura do roteiro 4, o professor pode ir diminuindo o apoio dado pelos quadros em branco e solicitar que escrevam seus argumentos livremente.

Ao final da elaboração do roteiro Argumentação o professor deve orientar aos alunos para que discutam se houve qualquer desacordo entre o argumento produzido e as previsões iniciais. Pode sugerir a pergunta ao grupo: **sua predição se confirmou? Porquê?** Se a previsão inicial não se confirmou então é necessário reexaminá-las para descobrir a falha e a fim de reelaborá-la.



3- Avaliando os Argumentos

Agora que os argumentos foram produzidos como avaliá-los?

A sugestão é que o professor pode avaliar a estrutura dos argumentos enquadrando-os no layout de Toulmin. Lembram do modelo na figura 2, com os elementos essenciais e auxiliares? Esse modelo é um bom parâmetro para se aferir se o argumento tem uma estrutura sólida.

Para avaliar o conteúdo do argumento produzido sugerimos a triangulação entre os dados, a justificativa e a conclusão com base na rubrica de Mcneill et al. (2006). A seguir fornecemos 3 quadros contendo os critérios pelos quais os elementos dos argumentos podem ser avaliados.

Quadro 01: critérios para avaliação dos dados de um argumento.

DADOS	
Crítérios	Feedback
Não fornece dados, ou fornece dados incorretos.	
Os dados são apropriados para a conclusão.	
Os dados são suficientes para a conclusão (há dados suficientes).	
Os dados são científicos (dados de investigações ou fontes válidas e não de opinião pessoal).	
Os dados são claros.	
Os dados são descritos em uma frase completa, não meramente listados.	

Quadro 02: critérios para avaliação das justificativas de um argumento.

JUSTIFICATIVAS com CONHECIMENTO BÁSICO	
Crítérios	Feedback
Não fornece uma justificativa ou fornece uma justificativa que não associa completamente os dados a conclusão.	
Fornecer justificativa que conecta conclusão e dados, sem meramente repetir a conclusão e os dados. Pode incluir, ou não os conhecimentos básicos, mas quando presentes estes não são suficientes.	
Fornecer justificativa para alguns dos dados, explicando como e porque os dados suportam a conclusão. Inclui os	

conhecimentos básicos, ou seja, princípios científicos adequados e suficientes (conectando a conclusão a alguns dos dados).	
Fornece justificativa para todos os dados, explicando como e porque os dados suportam a conclusão. Inclui os conhecimentos básicos, ou seja, princípios científicos adequados e suficientes (conectando a conclusão a alguns dos dados).	
A justificativa está claramente indicada (pode ser identificado pelo leitor sem inferir no significado).	
A justificativa é escrita em uma frase completa	

Quadro 03: critérios para avaliação das conclusões de um argumento.

CONCLUSÃO	
Crítérios	Feedback
Não faz uma conclusão ou faz uma conclusão imprecisa.	
Faz uma conclusão bem-acabada, mas vaga ou imprecisa, que não responde adequadamente a questão inicial.	
Faz uma conclusão precisa e completa que responde à pergunta ou problema original.	

Em outras atividades em que o professor se proponha a argumentar em sala de aula ele pode usar todos os critérios apresentados ou escolher usar alguns deles para avaliar os argumentos produzidos pelos alunos, adaptando-os em função da atividade a ser desenvolvida.

COMENTÁRIOS FINAIS:

A atividade aqui proposta pode ser usada para iniciar a unidade de processos celulares ou como parte de uma unidade de sobre fluxo, ciclos, e conversão de energia e matéria em um sistema biológico. Pode também oferecer uma oportunidade para identificar as diferenças entre plantas e animais para além de uma definição simples, enfatizando as diferentes maneiras que o organismo vivo obtém e utilizam energia. Ou ainda para enfatizar o ciclo de carbono em um ecossistema, durante uma unidade sobre o meio ambiente. Desta forma, a atividade permite que os professores enfatizem as interações dos organismos vivos e as relações entre os organismos vivos em um ambiente. Os professores também podem usar essa atividade para ajudar os alunos a desenvolverem habilidades de argumentação e a compreensão da natureza da investigação científica em conteúdos diversos.

- Há que se ressaltar que a POA pode ser utilizada em outros contextos além de atividades experimentais, porém há algumas limitações que devem ser observadas: (1) a atividade POA, pela sua própria natureza só se aplica em contextos os quais possam gerar uma previsão, observação e argumentação; (2) para que a atividade possa cumprir seus objetivos é necessário a atuação do professor enquanto, mediador, que conduza os estudantes na construção de argumentos bem estruturados e válidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAPECCHI, M. C. V. M.; CARVALHO, A. M. P; SILVA, D. Relações entre o discurso do professor e a argumentação dos alunos em uma aula de Física. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v.2, n. 2, Dez. 2002.
- CAPECCHI, M. C. V. M.; CARVALHO, A. M. P. Argumentação numa Aula de Física. In: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo: Ed.Thomson, 2004.
- DRIVER, R; NEWTON, P. E.; OSBORNE, J. Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms. **Science Education**, v. 84, n. 3, p. 287-312. 2000.
- DUSCHL, R. A.; OSBORNE, J. Supporting and Promoting Argumentation Discourse. **Science Education. Studies in Science Education**, v. 3, p. 39–72. 2002.
- ERDURAN, S.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. **Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research**, Dordrecht:Springer, 2008.
- ERDURAN, S.; SIMON, S.; OSBORNE, J. TAPPING into argumentation: developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. **Science Education**, Hoboken, v. 88, n. 6, p. 915-933, 2004.
- GUNSTONE, R.F.; WHITE, R. T. Understanding of gravity. **Science Education**, n. 65, p.291-299, 1981.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.P.; GALLÁSTEGUI, J.R.; EIREXAS, F.; PUIG-MAURIZ, B. **Actividades para trabajar el uso de pruebas y la argumentación en ciencias**. Santiago de Compostela: Danú, Proyecto Mind the Gap, 2012.
- JIMÉNEZ -ALEIXANDRE, M. P. E GALLÁSTEGUI, J. R. Argumentación y uso de pruebas: construcción, evaluación y comunicación de explicaciones en física y química. In: Caamaño, A. (Ed.) **Didáctica de la Física y la Química**. Barcelona: Graó, 2011. p. 121-140.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. **10 ideas clave: Competencias en Argumentación y uso de Pruebas**. Barcelona: Graó, 2010.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; BROCCOS, P. Desafios Metodológicos na Pesquisa da Argumentação em Ensino de Ciências. **Revista Ensaio**, Bel Horizonte, v.17 n. especial, p. 139-159, nov. 2015.
- KELLY, G. J. Inquiry, activity and epistemic practice. In: DUSCHL, R.; GRANDY, R. (Eds.) **Teaching Scientific Inquiry: Recommendations for research and implementation**. Rotterdam: Sense Publishers, 2008, p. 99-117.
- KUHN, D. **The skills of arguments**. New York: Cambridge University, 1991.
- LABRACE, E. C.; CALDERIA, A. M. A.; BORTOLOZZI, J. A Atividade Prática no Ensino de Biologia: Uma Possibilidade de Unir Motivação, Cognição e Interação. In: CALDEIRA, A. M. A., (org.), **Ensino de Ciências e Matemática II: Temas sobre a Formação de Conceitos**. São Paulo:Editora UNESP, 2009.
- MEDEIROS, E. F. **Desenvolvendo Habilidades Argumentativas em Aulas de Biologia: Uma Atividade Experimental Baseada na Perspectiva Predizer, Observar e**

Argumentar (POA). 2018. 155f. (Dissertação de Mestrado) Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática - Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, Natal, 2018.

MCNEILL, K. L. et al. Supporting students' construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials. **Journal of the Learning Sciences**, v. 15, n. 2, 2006, p. 153-191.

OSBORNE, J.; ERDURAN, S.; SIMON, S. **IDEas, Evidence, e Argument in Science**: Resources Pack. King's College London. 2004.

OSBORNE, J. F.; PATTERSON, A. Scientific argument and explanation: A necessary distinction? **Science Education**, v. 95, n. 4, p. 627-638, 2011.

PEREIRA, R.; TRIVELATO, S. A Argumentação a partir da Leitura e Interpretação de Dados Experimentais. In: VIII Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Enseñanza de las Ciencias, Barcelona, nº Extra, p. 1296-1300, 2009.

PRICE SCHLEIGH, S.; BOSSE, M.; LEE, T. Redefining curriculum integration and professional development: In: Service Teachers as Agents of Change. **Current Issues in Education**, v. 14, n.3, 2011.

RAVEN, P. H., EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. Coord. Trad. KRAUS, J. E. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 6ed. 2001. 906p.

SAMPSON, V.; SCHLEIGH, S. **Scientific Argumentation in Biology**: 30 classroom activities. NSTA press: Arlington, Virginia. 2013.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S.L. Argumentação no Ensino de Ciências: Contexto Brasileiro. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 13, n.02, p. 13-30, mai-ago. 2011

SAMPSON, V.; GERBINO, F. Two instructional Models That Teachers can use to Promote e Support Scientific Argumentation in the Biology Classroom. **The American Biology Teacher**, v. 72, n. 7. P. 427-431, 2010.

SAMPSON, V. et. al. **Argument-driven Inquiry in Biology**: Lab Investigations for Grades 9-12. Virginia:NSTA Press, 2014.

TOULMIN, S. E. **Os Usos do Argumento**. Trad. Reinaldo Guarany e Marcelo Brandão Cipolla. 2 Ed. São Paulo: Martins Fontes, 2006

WALTON, D. **Fundamentals of critical argumentation**: Critical reasoning and argumentation. New York, NY: Cambridge University Press, 2006.