

# Avaliação de Habilidades Cognitivas em Um Contexto Sociocientífico com Foco nas Habilidades Argumentativas

**Damaris Guimarães e Paula Cristina Cardoso Mendonça**

As habilidades cognitivas de alunos do ensino médio foram avaliadas a partir das justificativas apresentadas por eles durante a resolução de um estudo de caso que envolvia uma questão sociocientífica. Tais habilidades foram classificadas segundo a taxonomia de Bloom. As justificativas daqueles alunos que demonstraram habilidades de níveis 4 e 5 (que conseguiram propor argumentos válidos) foram classificadas em níveis, propostos com base no padrão de Toulmin. Observou-se que a maioria dos alunos iniciou o ensino médio com as habilidades do domínio cognitivo de ordem média desenvolvidas e, portanto, apresentou dificuldades em assumir um posicionamento crítico e em argumentar. No entanto, constatamos que as habilidades cognitivas se desenvolveram com o decorrer do ensino médio, embora argumentos mais sofisticados não tenham sido observados. A análise dos argumentos associada à taxonomia de Bloom nos permitiu prever possíveis causas para argumentação de baixa qualidade dos alunos.

► argumentação, questões sociocientíficas, taxonomia de Bloom ◀

Recebido em 07/10/2014, aceito em 26/11/2014

**A**tualmente, é atribuído à educação o papel de propiciar aos alunos uma formação mais ampla que não contemple somente sua capacitação para o mercado de trabalho ou para seus estudos futuros, mas que também favoreça a formação de cidadãos capazes de atuar criticamente na sociedade em que vivem, promovendo, assim, mudanças em seu meio (Brasil, 2001). Para que esse objetivo seja atingido, o processo de ensino e aprendizagem deve ser alicerçado nos pressupostos de trabalhar com o desenvolvimento de competências e habilidades que são fundamentais tanto na formação de um profissional quanto de um cidadão. Entretanto, o modelo de ensino tradicional tende a não priorizar o desenvolvimento das habilidades de nível superior em função da ênfase dada à memorização, à resolução de questões que visam ao conhecimento meramente declarativo etc.

De acordo com a taxonomia de Bloom, o processo de

ensino e aprendizagem, assim como o de desenvolvimento de habilidades, é sistemático e complexo, uma vez que envolve etapas hierarquizadas (Krathwohl, 2002). Na sua concepção atual, essas habilidades podem ser subdivididas em três domínios: cognitivo, afetivo e psicomotor. Apesar de os três domínios da taxonomia de Bloom terem sido amplamente discutidos e divulgados na literatura, o domínio cognitivo é o mais conhecido e utilizado, visto que seus pressupostos teóricos têm sido aplicados em planejamentos educacionais para definir objetivos, estratégias e sistemas de avaliação (Ferraz; Belhot, 2010).

O domínio cognitivo envolve a aquisição de um novo conhecimento e o desenvolvimento de habilidades intelectuais relacionadas ao saber utilizar (ou saber fazer), integrando o conhecimento prévio e o aprendido na resolução de uma tarefa. Nesse domínio, os objetivos foram agrupados em seis categorias hierarquizadas em função de sua complexidade e dependência, do mais simples ao mais complexo, do concreto ao abstrato. Isso significa que, para que um aluno avance o seu nível de aprendizagem para uma categoria de ordem superior em que ele se encontra, é preciso que, na

O domínio cognitivo envolve a aquisição de um novo conhecimento e o desenvolvimento de habilidades intelectuais relacionadas ao saber utilizar (ou saber fazer), integrando o conhecimento prévio e o aprendido na resolução de uma tarefa.

A seção "Ensino de Química em Foco" inclui investigações sobre problemas no ensino de Química, com explicitação dos fundamentos teóricos, procedimentos metodológicos e discussão dos resultados.

sua atual categoria, ele obtenha um desempenho adequado e suficiente para ascender ao nível superior. Além disso, todos os conhecimentos e habilidades construídos nesse processo de avanço cognitivo são cumulativos, isto é, as capacidades adquiridas nos níveis anteriores são requeridas nos níveis superiores (Krathwohl, 2002; Ferraz; Belhot, 2010). Tais características e as categorias desse domínio encontram-se esquematizadas na Figura 1, que apresenta a classificação inicial proposta por Bloom et al. (1956) para o domínio cognitivo.

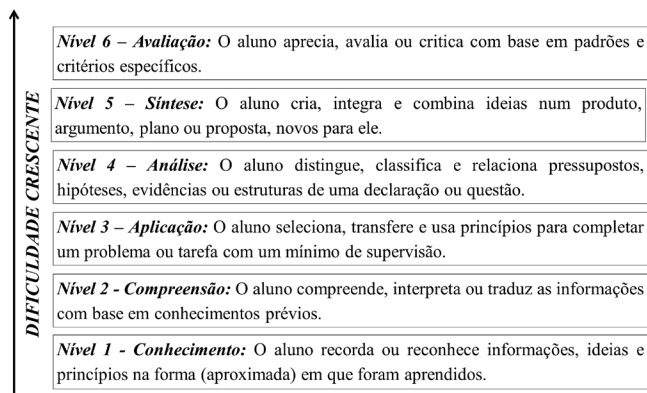


Figura 1: Organização hierárquica das habilidades do domínio cognitivo proposta por Bloom et al. (1956).

De acordo com a figura 1, o processo de produção de um argumento envolve uma habilidade de ordem superior, a qual está diretamente relacionada à capacidade de raciocínio e de tomada de decisões (Zohar, 2004; Jiménez-Aleixandre, 2010). O desenvolvimento de tais habilidades é fundamental, pois seu uso se faz presente em muitas ações cotidianas.

Alguns psicólogos (por exemplo, Billing, 1987) afirmam que tais habilidades são inerentes ao indivíduo, sendo desenvolvidas naturalmente em seu cotidiano, desde crianças, quando têm que discutir sobre pontos de vista distintos. Por outro lado, há autores que afirmam que apesar de as pessoas naturalmente desenvolverem raciocínios argumentativos em suas vidas (ao ponderar os prós e os contras de perspectivas alternativas), é necessário que, no contexto escolar, estas sejam mais bem desenvolvidas e/ou aprimoradas (Kuhn, 1993). Isso se torna particularmente crítico no contexto do ensino de ciências, no qual as justificativas dependem de um corpo de conhecimentos e dados específicos. Portanto, na literatura desse ensino, parece ser consensual o fato de que as pessoas se tornam bons argumentadores quando têm oportunidades para desenvolver ou sofisticar as habilidades, isto é, quando o contexto requer o uso e o aprimoramento destas (Kuhn, 1991; Jiménez-Aleixandre, 2010).

Em concordância com a ideia de que o desenvolvimento das habilidades argumentativas deve ser promovido por atividades realizadas no ambiente escolar (abordando especificamente o contexto sociocientífico), a literatura indica que os problemas para fomentar o desenvolvimento da argumentação podem explorar algum fato real ou semiautêntico que seja próximo da realidade dos indivíduos envolvidos no processo

de ensino-aprendizagem (Simonneaux, 2006). Tais problemas podem ser abordados na forma de estudos de casos, os quais, segundo Sá e Queiroz (2009), dentre várias outras características, devem ser úteis para os conteúdos que estão sendo trabalhados em sala de aula. Estes devem criar empatia com os personagens centrais; ser relevantes, interessantes, atuais, curtos, instigantes, genéricos etc.; e conduzir os alunos a uma tomada de decisão. Dessa forma, eles se envolvem com a situação-problema em estudo e, nesse processo, são conduzidos a atuar na sua solução, desenvolvendo habilidades, sistematizando e construindo conceitos científicos que lhes poderão ser úteis em situações de sua vida cotidiana.

### Questões de pesquisa

Levando-se em consideração a relevância de se trabalhar com questões sociocientíficas no ensino de ciências (como discutido, por exemplo, em Simonneaux, 2008), no presente estudo, analisamos como estudantes de ensino médio se posicionam ao se depararem com um problema semiautêntico. Tal objetivo é mais bem sistematizado nas seguintes questões de pesquisa:

(1) Quais as habilidades do domínio cognitivo apresentadas pelos estudantes na resolução do caso?

(2) Qual é o nível dos argumentos válidos demonstrados pelos alunos na tomada de decisão?

### Metodologia

#### Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada com 34 estudantes do ensino médio (1º, 2º e 3º anos; idades entre 14 e 18 anos) de um colégio particular da região de Ouro Preto, os quais haviam participado da aplicação de um Projeto CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) intitulado *Mineração e a qualidade das águas* cerca de um mês antes. Para isso, construiu-se, com base na metodologia de estudo de casos proposta por Sá e Queiroz (2009), um instrumento de coleta de dados, cujo foco era similar ao contexto do projeto CTS, ou seja, abordava a questão do impacto da mineração na qualidade das águas.

O instrumento de coleta de dados pode ser consultado no trabalho de Guimarães (2012). Esse caso envolve uma situação-problema em que uma pessoa muito querida, moradora de uma cidade rica em processos mineradores, ausenta-se da escola onde trabalhava para se tratar de um câncer de pele, tipicamente provocado pelo acúmulo de arsênio ao longo de anos devido à ingestão de água ou alimentos contaminados por esse metal. Nesse contexto, foi solicitado aos alunos que escolhessem, a partir de quatro diferentes alternativas, a melhor forma de consumir água isenta de metais tóxicos como o arsênio. As alternativas eram uso de filtro de barro, uso de água mineral e dois filtros (um de média e outro de alta tecnologia). Essa escolha deveria ser justificada em função dos fatores saúde, custo-benefício e eficiência com base em informações fornecidas na própria atividade. Além disso, o aluno deveria refletir se os dados disponibilizados

no estudo de caso eram suficientes para a tomada de decisão.

Para resolver o estudo de caso proposto, os alunos foram orientados a trabalhar em duplas para que a discussão e a tomada de decisão requerida fossem favorecidas. Entretanto, eles foram solicitados a expressar sua opinião individualmente no material escrito. Dessa maneira, pudemos conduzir a análise das habilidades para cada aluno.

Esse instrumento de coleta de dados foi validado durante sua elaboração pelas autoras juntamente com duas colaboradoras, alunas de iniciação científica do curso de química licenciatura. Após essa etapa, seu processo de validação foi concluído aplicando esse instrumento aos alunos do 8º período dessa licenciatura, aos quais foi solicitado que resolvessem a atividade proposta seguindo as mesmas instruções que seriam dadas aos alunos do ensino médio com a única diferença de que os graduandos deveriam fazê-lo de forma individual. Tal procedimento se fez necessário para se obter maior confiança de que (i) o instrumento de coleta de dados estava adequado aos objetivos da pesquisa, ou seja, ele era adequado para aferir as habilidades cognitivas dos alunos, em especial, as argumentativas; e (ii) se as questões eram claras o suficiente para isso. Para atender a esse propósito, escolheram-se os alunos da química licenciatura (i) por eles terem participado de toda a elaboração e desenvolvimento do projeto *CTS Mineração e a qualidade das águas* e, portanto, estarem mais próximos do contexto sociocientífico que foi proposto aos alunos do ensino médio; e (ii) pelo conhecimento dos referenciais teóricos envolvidos na presente pesquisa.

Os estudantes do ensino médio foram informados sobre os objetivos e princípios éticos da pesquisa (que seus nomes não seriam divulgados e os dados seriam utilizados única e exclusivamente para fins de pesquisa) e assinaram um termo de concessão para cópia dos materiais.

#### *Análise do estudo de caso e classificação das habilidades cognitivas dos alunos*

A seguir, são apresentados os níveis de habilidades cognitivas adotados no presente trabalho para a classificação das habilidades dos alunos. Esses níveis são análogos às categorias da taxonomia de Bloom atualizada (Krathwohl, 2002). Esses níveis de habilidades inicialmente propostos (ver Figura 1) passaram a ser nomeados pelas formas verbais no infinitivo, as quais descrevem e explicitam as ações requeridas para aquele nível de aprendizagem que o estudante deve apresentar como resultado a partir determinados estímulos de instrução. Nessa taxonomia, são consideradas a dimensão do processo cognitivo e as especificidades da pesquisa:

- **Nível 1 - Lembrar:** alunos que supostamente apresentavam os conhecimentos mínimos para o desenvolvimento da atividade. Era esperado que todos estivessem nesse nível, visto que tais conhecimentos foram abordados durante a realização do projeto CTS e os dados específicos necessários à resolução do estudo de caso estavam dispostos no instrumento de coleta de dados.
- **Nível 2 - Entender:** alunos que fizeram o que era

pedido na questão (escolher uma opção e mantê-la para os três fatores), independente de escolher a mais adequada à resolução do estudo de caso (consumo de água mineral).

- **Nível 3 - Aplicar:** alunos que justificaram sua escolha sem apresentar relações entre seus conhecimentos prévios, os dados fornecidos no instrumento de coleta de dados e a conclusão proposta, isto é, eles aplicaram alguns desses elementos, porém sem articulá-los em sua justificativa.
- **Nível 4 - Analisar:** alunos que justificaram sua escolha relacionando coerentemente seus conhecimentos prévios, os dados fornecidos no estudo de caso e a conclusão proposta, mas sendo esta incoerente na resolução do estudo de caso.
- **Nível 5 - Sintetizar:** alunos que conseguiram emitir justificativas coerentes, ou seja, que relacionavam a escolha feita ao problema central do estudo de caso (consumo de água isenta de arsênio). Logo, foram enquadrados nesse grupo os que emitiram argumentos válidos para resolução do estudo de caso.
- **Nível 6 - Criar\*:** alunos que elaboraram um julgamento pertinente na questão apresentada no final do instrumento de coleta de dados, na qual estes deveriam avaliar se os dados fornecidos foram suficientes para a resolução do estudo de caso.

As habilidades foram classificadas em dois níveis subsequentes, porque o instrumento de coleta de dados não fornecia meios para investigá-las separadamente. As classificações possíveis de serem feitas encontram-se apresentadas a seguir juntamente com um exemplo de uma resposta que a caracteriza, retirado dos questionários dos alunos da licenciatura.

- **Níveis 1 e 2:** alunos que não conseguiram fazer a atividade, ou seja, que não conseguiram fazer o que era pedido em seu enunciado (talvez por dificuldade de interpretação). Ex.: o licenciando L8, em vez de escolher uma das opções dadas (tal como foi solicitado na atividade), escolheu uma opção para cada fator e, ainda, ao final, fez um julgamento totalmente fora do escopo que lhe foi solicitado sobre a suficiência dos dados.
- **Níveis 2 e 3:** alunos que conseguiram interpretar o enunciado da questão, mas resolveram a atividade de maneira incoerente. Ex.: o licenciando L10 conseguiu interpretar o enunciado da questão e, portanto, fez sua escolha por uma das opções dadas, mas a justificou de maneira incoerente. Este optou pelo filtro de tecnologia intermediária, que não conseguia resolver o problema central do estudo de caso: “É mais eficaz que as outras opções, pelo fato de que com este haverá um novo tratamento, além do que já existe”.
- **Níveis 3 e 4:** alunos que resolveram a atividade com coerência, mas que não emitiram argumentos válidos. Ex.: o licenciando L1 compreendeu bem o que era para ser feito na atividade, optou pela água mineral, a única que atendia aos três fatores requisitados, mas não

a justificou de maneira coerente, associando a escolha feita à questão-problema que deveria ser resolvida: “Como as técnicas de tratamento da água não são eficientes, essa fonte é a mais pura entre as demais, o que, a princípio, não causa nenhum dano à saúde”.

- *Níveis 4 e 5*: alunos que conseguiram emitir argumentos válidos, mas não fizeram um julgamento pertinente na última questão do instrumento de coleta de dados. Ex.: o licenciando L4 fez escolha pelo uso da água mineral e a justificou coerentemente segundo todos os fatores requisitados: “A água em galões virá de uma fonte que não está contaminada com as mesmas espécies que a água da cidade, o que já contribuiria para minimizar o consumo de arsênio”.
- *Níveis 5 e 6*: alunos que apresentaram argumentos válidos e fizeram um julgamento pertinente quando solicitados na última questão do instrumento de coleta de dados. Ex.: o licenciando L2 realizou a atividade de forma coerente e com êxito, ou seja, optou pelo uso da água mineral e a justificou de forma coerente. Além disso, julgou os dados de maneira pertinente, conforme pode ser visto em seu julgamento: “Sim, as opções continham os dados da eficiência, além de conter outras informações relevantes e relativas à qualidade das águas”.

Cada um dos árbitros (as autoras do artigo) realizou as análises separadamente. Em seguida, buscou-se um consenso (triangulação dos dados), visando garantir maior confiabilidade aos resultados apresentados.

#### *Classificação dos argumentos*

Foram analisados somente os argumentos dos alunos que apresentaram a habilidade argumentativa desenvolvida, ou seja, aqueles que tiveram suas habilidades classificadas nos níveis 4 e 5 ou 5 e 6 na análise feita com auxílio da taxonomia de Bloom adaptada. Estes (num total de 14) são aqueles que justificaram de maneira pertinente a escolha feita para a solução do problema. Somente esses argumentos foram considerados válidos em função do contexto em que foram emitidos, ou seja, como parte da resolução de um estudo de caso, o qual compreendia uma questão-problema que deveria ser resolvida coerentemente. Logo, as respostas que não apresentavam uma justificativa pertinente à escolha feita não foram consideradas na etapa de classificação dos argumentos por serem consideradas incompletas dentro do contexto em que foram geradas.

Assim, os argumentos válidos foram classificados em quatro níveis diferentes a partir da ferramenta analítica de Toulmin (1958). Optamos pela sua utilização devido ao seu largo uso na literatura da área de ensino de ciências (Jiménez-Aleixandre et al., 2000; Sá; Queiroz, 2007; 2009; Carmo; Carvalho, 2012; e outros) para análise dos elementos de argumentos (argumento como um produto) (Mendonça; Justi, 2014).

Os argumentos foram analisados do ponto de vista estrutural, os quais se distinguem em função dos elementos que apresentam. Eles foram diferenciados usando negrito para

a conclusão, traço simples para os dados, traço duplo para a justificativa (garantia e apoio), itálico para o qualificador e caixa alta para refutação. Em parênteses, serão apresentados os dados fornecidos no argumento quando estes forem apresentados mais de uma vez. A seguir, são apresentados os níveis adotados para a classificação dos argumentos com os respectivos exemplos teóricos esperados para cada um deles:

- *Nível 1*: na Figura 2, são apresentados os componentes do argumento e suas relações que definem e classificam os argumentos válidos apresentados pelos alunos como de Nível 1. Nessa figura, os *Dados* representam as informações fornecidas no instrumento de coleta de dados para auxiliar os alunos na resolução do estudo de caso, fornecendo-lhes subsídios para dar suporte às suas afirmações. A *Justificativa* representa a referência que o aluno faz ao problema central do estudo de caso, ou seja, a busca de um meio de consumo de água que seja isento de metais pesados, em especial, o arsênio, a qual é feita baseando-se na escolha entre as alternativas dadas na atividade. A *Conclusão* é o componente do argumento no qual o aluno deixa clara qual foi sua escolha, cujo mérito foi estabelecido na justificativa dada. É importante ressaltar que os argumentos aqui classificados como de Nível 1 se diferem dos que são frequentemente encontrados na literatura com essa nomenclatura (compostos apenas por dados e conclusão). Tais considerações estão de acordo com Jiménez-Aleixandre e Bustamente (2003) e Brito e Sá (2010), que afirmam que, além da utilização adequada de elementos como dados, conclusões e conhecimentos básicos, a presença do elemento justificativa em um contexto de resolução de estudo de casos resulta em uma argumentação de boa qualidade.



Figura 2: Componentes do argumento e suas relações estabelecidas como de Nível 1 na análise e classificação feita no presente trabalho.

Exemplo: **O consumo de água mineral é o mais indicado**, pois, de acordo com o rótulo desse produto, a mesma é isenta de metais pesados, um dos principais responsáveis pelos problemas de saúde apresentados pela população de Esperança.

- *Nível 2*: na Figura 3, são apresentados os componentes do argumento e suas relações que definem e classificam os argumentos válidos apresentados pelos alunos como de Nível 2. Nesse nível, além dos elementos *Dados*, *Justificativa* e *Conclusão*, definidos na apresentação do Nível 1 de argumentos, há também o elemento *Qualificador*, que poderia ser utilizado pelo aluno para acrescentar valor à sua conclusão. Exemplo: *Apesar de o filtro de barro ser a opção mais barata, este não é capaz de remover os metais*

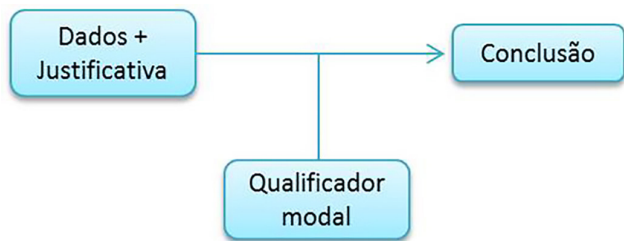


Figura 3: Componentes do argumento e suas relações estabelecidas como de Nível 2 na análise e classificação feita no presente trabalho.

*pesados presentes na água consumida pela população de Esperança. Logo, **água mineral é a opção mais conveniente**, pois, para uma família de 4 pessoas (D1), cada uma consumindo um galão por mês (D2) com preço unitário igual a R\$ 8,00 (D3), o gasto mensal seria de R\$32,00 (está dentro do orçamento familiar médio da cidade) e teria o problema de ingestão de arsênio significativamente minimizado.*

- **Nível 3:** na Figura 4, são apresentados os componentes do argumento e suas relações que definem e classificam os argumentos válidos apresentados pelos alunos como de Nível 3. Nesse nível, além dos elementos *Dados*, *Justificativa* e *Conclusão*, definidos na apresentação do Nível 1 de argumentos, há também o elemento *Refutação*, o qual é apresentado pelo aluno para deixar clara uma situação em que sua conclusão não possui validade. Nesse caso, apresentar esse elemento faria com que o argumento fosse de nível mais elevado do que o argumento contendo o elemento *Qualificador modal* (Nível 2). Isso porque a apresentação desse último elemento requer do aluno a busca por algo que reforce sua conclusão, enquanto que para apresentar o elemento *Refutação*, o aluno deve fazer um julgamento da validade da sua conclusão. Essa consideração está em concordância com o trabalho de Kuhn (1991), no qual a autora destaca a habilidade de refutar como uma das mais complexas no desenvolvimento da competência argumentativa.



Figura 4: Componentes do argumento e suas relações estabelecidas como de Nível 3 na análise e classificação feita no presente trabalho.

Exemplo: Das opções disponíveis para a resolução do problema de ingestão de metais pesados pelos moradores de Esperança, **a água mineral é a mais coerente**, pois, segundo seu rótulo, ela é isenta de metais pesados, o problema principal da água de

Esperança. VALE RESSALTAR QUE O USO DE ÁGUA MINERAL SÓ É EFICIENTE SE A TROCA E A HIGIENIZAÇÃO DOS GALÕES FOREM FEITAS DE MANEIRA CORRETA.

- **Nível 4:** Na Figura 5, são apresentados os componentes do argumento e suas relações que definem e classificam os argumentos válidos apresentados pelos alunos como de Nível 4, que é composto por todos os elementos definidos na descrição dos níveis anteriores (*Dados*, *Justificativa*, *Conclusão*, *Qualificador* e *Refutação*).

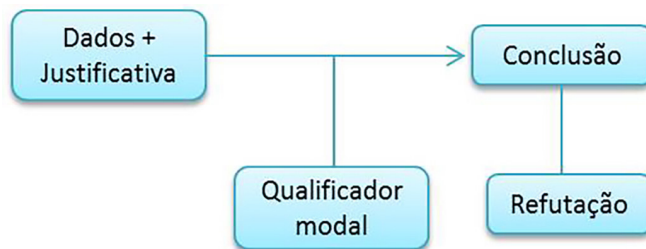


Figura 5: Componentes do argumento e suas relações estabelecidas como de Nível 4 na análise e classificação feita no presente trabalho.

Exemplo: Das opções disponíveis para a resolução do problema de ingestão de metais pesados pelos moradores de Esperança, **a água mineral é a mais coerente**, pois, segundo seu rótulo, ela é isenta de metais pesados, o problema principal da água de Esperança. Além disso, essa opção é de fácil manutenção, o que nem todas as outras opções são e é a única capaz de minimizar o problema. VALE RESSALTAR QUE O USO DE ÁGUA MINERAL SÓ É EFICIENTE SE A TROCA E A HIGIENIZAÇÃO DOS GALÕES FOREM FEITAS DE MANEIRA CORRETA.

## Resultados e Discussões

### Análise do estudo de caso e classificação das habilidades cognitivas dos alunos

Na Figura 6, encontram-se as curvas de distribuição das habilidades cognitivas apresentadas pelos alunos do 1º, 2º e 3º anos em função dos níveis de habilidades propostos na taxonomia de Bloom adaptada ao nosso estudo.

Ao analisar as justificativas dos alunos do 1º ano, observou-se que, dos seis níveis possíveis de um aluno atingir, segundo a taxonomia de Bloom, apenas um atingiu o nível 5 (de argumentação, foco do presente trabalho). A maioria apresentou um desempenho médio, que sugere que eles tenham as habilidades básicas à argumentação desenvolvidas apenas até os níveis 3 e 4 (habilidades de ordem média), nos quais foram classificados os que conseguiram resolver a atividade com coerência (optaram pela opção água mineral), mas que não emitiram argumentos válidos em suas justificativas.

Com base nisso, em geral, os alunos do 1º ano apresentaram conhecimentos que os permitem realizar a atividade proposta, compreendendo o problema central, retomando

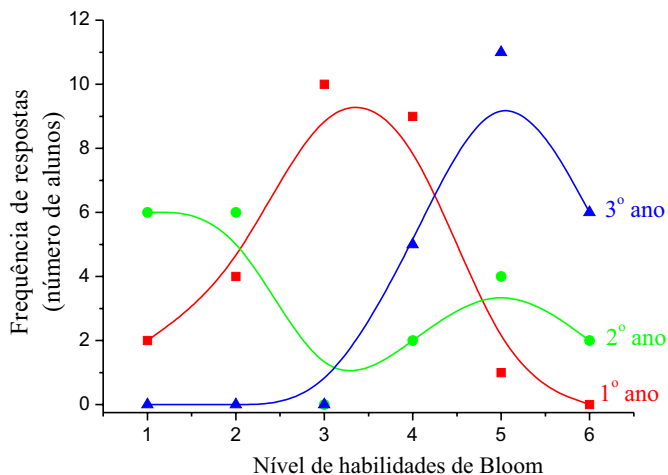


Figura 6: Distribuição dos níveis de habilidades desenvolvidas apresentadas pelos alunos do 1º, 2º e 3º anos.

seus conhecimentos prévios e associando-os aos dados fornecidos para cada opção, de forma a selecionar os mais relevantes para tomarem a decisão de escolha entre as opções fornecidas. No entanto, ao justificar a escolha feita, eles não conseguiram emitir uma justificativa que fosse pertinente ao problema central do estudo, o que resultou na classificação nos níveis 3 e 4. Logo, para que estes consigam desenvolver as habilidades de ordem superior, as quais fazem parte das premissas dos PCN, é preciso o desenvolvimento de atividades que os incentivem a analisar e sintetizar dados para se chegar a uma conclusão. Isso porque tais habilidades são desenvolvidas e/ou sofisticadas quando os alunos são convidados a participar de atividades que as requeiram, ou seja, a prática é necessária para o aprimoramento (Jiménez-Aleixandre, 2010). Segundo Santos e Schnetzler (2010) e Sá e Queiroz (2009), a estratégia de estudo de casos é uma importante aliada nesse processo de desenvolvimento de habilidades que favorecem não somente ao letramento científico quanto à formação de cidadãos críticos, tão preconizada nos documentos oficiais (BRASIL, 2001).

A Figura 6 mostra que a turma do 2º ano apresenta um perfil bastante heterogêneo, pois nela se encontram alunos com habilidades desde as de ordem inferior até as de ordem superior desenvolvidas. Comparando essa turma com a do 1º ano, observa-se que há um avanço no perfil de desenvolvimento das habilidades do domínio cognitivo dos alunos. Ou seja, enquanto alguns apresentam dificuldades de interpretação de enunciados e dados, outros já conseguem interpretá-los, analisá-los, tomar uma decisão e ainda assumir um posicionamento crítico acerca do que foi feito na atividade.

A Figura 6 também mostra que a maioria dos alunos do 3º ano apresenta as habilidades de ordem superior desenvolvidas, isto é, eles apresentam as habilidades de lembrar, entender e aplicar bem desenvolvidas e que as de analisar, sintetizar e criar encontram-se em desenvolvimento. Por outro lado, seria preciso planejar e utilizar atividades que pudessem auxiliá-los a desenvolver e a aprimorar outras habilidades como as de analisar, sintetizar e criar.

Algumas hipóteses podem explicar o desenvolvimento

das habilidades cognitivas entre as três turmas de ensino médio como, por exemplo, o aumento no nível de escolaridade. Assim como observado por Kuhn (1991), o nível de escolaridade dos alunos pode influenciar nas habilidades de ordem superior como, por exemplo, na competência argumentativa. Em seus estudos, para as mesmas situações-problema, a autora observou que sujeitos com graduação argumentaram melhor do que aqueles com educação básica. Todavia, como enfatizamos anteriormente, as habilidades argumentativas são influenciadas pelo tipo de ensino – implícito (no qual a argumentação é favorecida pelo contexto, como pelo uso de atividades investigativas no ensino de ciências) ou explícito (no qual se discute as funções e os elementos do argumento) (Jiménez-Aleixandre, 2008). Possivelmente, o sistema de ensino adotado no colégio em que a pesquisa foi desenvolvida e as práticas adotadas pelos professores parecem ter influenciado no desenvolvimento das habilidades de nível superior, pois na turma de 3º ano, constatamos as habilidades de ordem superior. Infelizmente, não foram coletados dados suficientes para se fazer afirmativas contundentes e mais aprofundadas sobre essas hipóteses explicativas.

#### Classificação dos argumentos

Na Tabela 1, é apresentada a quantidade de argumentos válidos observados em cada turma, distribuídos em função dos níveis nos quais estes foram classificados para cada turma.

Tabela 1: Quantidade de argumentos válidos por turma.

Nível	Presença dos componentes de um argumento	1º ano (nº argumentos válidos)	2º ano	3º ano
1	Dados, Justificativa, Conclusão	2	5	11
2	Dados, Justificativa, Qualificador, Conclusão	0	0	3
3	Dados, Justificativa, Refutador, Conclusão	0	0	0
4	Dados, Justificativa, Qualificador, Refutador, Conclusão	0	0	0
<b>Total de alunos que emitiram argumentos válidos por turma</b>		1	2	11

No total, foram analisadas 102 justificativas, ou seja, três de cada aluno (uma para cada fator). Conforme pode ser visto na Tabela 1, destas, apenas 21 apresentavam argumentos válidos e que, dos 39 alunos, apenas 14 foram capazes de emitir tais argumentos. Além disso, é possível observar que tais argumentos válidos foram classificados apenas nos níveis 1 e 2.

Ao analisar os argumentos observados na turma de 1º ano, foi observado que, das 39 justificativas analisadas, apenas duas (5,1 %) representavam argumentos válidos, os quais foram emitidos por um único aluno e foram classificados como de Nível 1. Seus argumentos foram apresentados para justificar sua escolha para a questão-problema segundo os fatores saúde e custo-benefício.

Os alunos do 2º ano apresentaram um desempenho melhor do que os do 1º ano. Das 30 justificativas analisadas, foram observados 5 argumentos válidos (16,7%). Embora tenha sido observado esse avanço, nota-se que os válidos ainda foram classificados como de Nível 1.

A classificação dos argumentos dos alunos do 3º ano mostrou que estes tiveram melhor desempenho na atividade do que os do 1º e 2º anos, o que reforça os indicativos de avanço no desenvolvimento de habilidades cognitivas dos alunos da escola investigada ao longo do ensino médio. Das 33 justificativas analisadas, foi observado que 21 (63,6 %) apresentavam argumentos válidos, dentre os quais foram observados três de Nível 2.

A seguir, são apresentados alguns exemplos dos argumentos válidos que foram classificados como de nível 1 e 2.

“A água mineral é uma água que já virá tratada e apropriada para o consumo, estando livre da contaminação que atinge a cidade. O consumo desta água vai beneficiar a saúde de todos.” (A21, 2º ano – justificativa dada ao Fator Saúde – Nível 1)

“Levando em conta o custo-benefício citado nas opções anteriores, a água mineral é indiscutível a melhor opção a ser adquirida, sendo assim, podemos considerar que somente a família pagará R\$ 32,00 por mês, enquanto as outras opções gastará mais e não terá a mesma eficiência e a qualidade da água, por não retirarem metais pesados.” (A28, 3º ano – justificativa dada ao Fator Custo-benefício – Nível 2)

De acordo com a análise dos dados, foram poucas as ocorrências de argumentos de maior nível de qualidade (no caso, Nível 2). Provavelmente isso tenha ocorrido pelo fato de que, para receberem essa classificação, tais argumentos devam conter dados, justificativa, conclusão e qualificador, o que requer do aluno maior sofisticação da habilidade argumentativa do que a solicitada para o Nível 1. Essas informações são reforçadas pelo fato de argumentos de Nível 3 e 4 não terem sido observados em nenhuma das turmas analisadas. Observações semelhantes foram feitas por pesquisadores da área ao adotarem metodologias de pesquisa similares a do presente trabalho (como, por exemplo, Jiménez-Aleixandre et al., 2000; Jiménez-Aleixandre, 2005; Duschl; Ellebogen, 2009). Tais resultados reforçam a necessidade de se explorar mais a argumentação em ambientes escolares, assim como já apontado por muitos pesquisadores da área (por exemplo, Carmo; Carvalho, 2012; Jiménez-Aleixandre, 2005; Mendonça; Justi, 2013).

## Considerações Finais

Foi possível concluir que foram poucos os argumentos válidos apresentados pelos alunos na resolução do estudo de caso, ou seja, apenas 21 dentre as 102 justificativas analisadas. Além disso, esses argumentos apresentavam baixo nível de qualidade: desses 21 válidos, 18 foram de nível 1 e

3 foram de nível 2, não sendo observado qualquer argumento de níveis 3 ou 4. De acordo com a taxonomia de Bloom, pode-se afirmar que, provavelmente, alguns alunos não foram capazes de emitir argumentos válidos por apresentar apenas habilidades de ordem inferior e média desenvolvidas. Essas habilidades são aquelas que os permitem retomar conceitos, entender enunciados e associar seus conhecimentos ao que lhes é pedido na questão. Para argumentar, além de ser capaz de lembrar, entender e aplicar, como é requerido nas habilidades citadas anteriormente, o estudante deve ser capaz de (i) identificar o contexto em questão; (ii) analisar seus conhecimentos dentro deste; e (iii) fazer um julgamento crítico sobre qual desses conhecimentos atende ao que é pedido na questão.

Julgamos que o uso conjugado das ferramentas analíticas aqui apresentado (taxonomia de Bloom adaptada e padrão analítico de Toulmin adaptado) é uma contribuição à pesquisa, pois vários estudos também apontam que, geralmente, estudantes (e até professores) de ciências apresentam argumentos de baixa qualidade. No entanto, tais estudos não relacionam o nível dos argumentos com as habilidades cognitivas dos estudantes necessárias à resolução de situações-problema.

Os resultados aqui apresentados também podem contribuir para o ensino à medida que levam o professor a pensar na necessidade de checar ou auxiliar no desenvolvimento das habilidades inferiores e médias (entender, lembrar, aplicar). Isso poderia favorecer um trabalho bem-sucedido com as práticas argumentativas.

Com relação à promoção de práticas argumentativas nas salas de aula de química, podemos citar o uso de atividades investigativas e de estudos de caso históricos ou contemporâneos envolvendo questões sociocientíficas (Brito; Sá, 2010; Carmo; Carvalho, 2010; Osborne, 2007). Para todos os tipos, o professor poderá trabalhar no sentido de desenvolver as habilidades de ordem superior, em especial, a competência argumentativa. Na sessão *Saiba Mais*, são indicadas propostas que podem auxiliar o professor no seu trabalho em salas de aula de química.

## Nota

\*Esse nível, na taxonomia atualizada de Bloom, é chamado de “Criar”, em vez de “Avaliar”, pois, ao fazer uma avaliação, um julgamento é criado a respeito do que foi avaliado (KRATHWOHL, 2002).

**Damaris Guimarães** (guimaraes.damaris@yahoo.com.br), bacharel em Química Industrial (2007), licenciada em Química (2012) pela Universidade Federal de Ouro Preto e mestre em Engenharia de Materiais pela REDEMAT (Rede Temática em Engenharia de Materiais – UFOP/CETEC/UEMG), é doutoranda em Engenharia de Materiais pela REDEMAT. Ouro Preto, MG – BR. **Paula Cristina Cardoso Mendonça** (paulamendonca@iceb.ufop.br), graduada em Química Licenciatura, mestre e doutora em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais, é professora do Departamento de Química da UFOP e atua na pós-graduação em Educação da UFOP. Seus principais temas de interesse na pesquisa em Educação em Ciências são modelos, modelagem, argumentação e natureza da ciência. Ouro Preto, MG – BR.

## Referências

- ANDERSON, L.W.; KRATHWOHL, D.R.; AIRASIAN, P.W.; CRUIKSHANK, K.A.; MAYER R. E.; PINTRICH, P.R.; RATHS, J.; WITTRICK, M.C. *A taxonomy for learning, teaching and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Addison Wesley Longman, 2001.
- BERLAND, L.K.; REISER, B.J. Classroom communities' adaptations of the practice of scientific argumentation. *Science Education*, v. 95, n. 2, p. 191-216, 2010.
- \_\_\_\_\_. Making sense of argumentation and explanation. *Science Education*, v. 93, n. 1, p. 26-55, 2009.
- BILLING, M. *Arguing and thinking: a rhetorical approach to social psychology*. New York: Cambridge University Press, 1987.
- BLOOM, B.S.; ENGLEHART, M.D.; FURST, E.J.; HILL, W.H.; KRATHWOHL, D.R. *Taxonomy of educational objectives*. Handbook 1: Cognitive domain. New York: David McKay, 1956.
- BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais +*. Brasília: Ministério da Educação e Cultura, 2001.
- BRITO, J.Q.A.; SÁ, L.P. Estratégias promotoras da argumentação sobre questões sociocientíficas com alunos do ensino médio. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 9, n. 3, p. 505-529, 2010.
- CARMO, A.A.; CARVALHO, A.M.P. Múltiplas linguagens e a matemática no processo de argumentação em uma aula de física: análise dos dados de um laboratório aberto. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 17, p. 209-226, 2012.
- DUSCHL, R.A.; ELLENBOGEN, K. Argumentation and epistemic criteria: investigating learners's reasons for reasons. *Educación Química*, v. 20, n. 2, p. 111-118, 2009.
- FERRAZ, A.P.C.M.; BELHOT, R.V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. *Gest. Prod.*, São Carlos, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010.
- GUIMARÃES, D. *Avaliação de habilidades argumentativas em um contexto sociocientífico*. Trabalho de conclusão de curso. Disponível em <<http://www.ebah.com.br/content/ABA-AAgIKYAF/avaliacao-habilidades-cognitivas-contexto-socio-cientifico#>>. Acessado em: nov. 2014.
- JIMENEZ-ALEIXANDRE, M.P. *10 ideas clave: competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó, 2010.
- \_\_\_\_\_. A argumentação sobre questões sócio-científicas: processos de construção e justificação do conhecimento na sala de aula. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5, 2005. *Anais...* Bauru, 2005.
- \_\_\_\_\_. Designing argumentation in learning environments. In: ERDURAN, S.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.P. *Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research*. Dordrecht: Springer, 2008.
- JIMENEZ-ALEIXANDRE, M.P.; BUSTAMENTE, J.D. Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las ciencias*, v. 21, n. 3, p. 359-370, 2003.
- JIMENEZ-ALEIXANDRE, M.P.; RODRIGUÉZ, A.B.; DUSCHL, R.A. Doing the lesson or doing science: argument in high school genetics. *Science Education*, v. 84, n. 6, p. 757-792, 2000.
- KUHN, D. Science as argument: implications for teaching and learning science thinking. *Science education*, v. 77, n. 3, p. 319-337, 1993.
- \_\_\_\_\_. *The skills of arguments*. New York: Cambridge University, 1991.
- KRATHWOHL, D.R. A revision of Bloom's taxonomy: an overview. *Theory into practice*, v. 41, n. 4, 2002.
- MENDONÇA, P.C.C.; JUSTI, R. An instrument for analysing arguments produced in modelling-based chemistry lessons. *Journal of research in science teaching*, v. 51, n. 2, p. 192-218, 2014.
- \_\_\_\_\_. Ensino-aprendizagem de ciências e argumentação: discussões e questões atuais. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 13, n. 1, p. 187-216, 2013.
- OSBORNE, J. Towards a more social pedagogy in science education: the role of argumentation. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 7, p. 1-17, 2007.
- SÁ, L.P.; QUEIROZ, S.L. *Estudo de casos no ensino de química*. Campinas: Átomo, 2009.
- \_\_\_\_\_. Promovendo a argumentação no ensino superior de química. *Química Nova*, v. 30, p. 2035-2042, 2007.
- SANTOS, W.L.P.; SCHNETZLER, R.P. *Educação em química: compromisso com a cidadania*. 4. ed. Ijuí: UNIJUI, 2010.
- SIMONNEAUX, L. Argumentation in socio-scientific contexts. In: ERDURAN, S.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.P. (Eds.). *Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research*. Dordrecht: Springer, 2008. p. 179-200.
- TOULMIN, S.E. *The uses of argument*. New York: Cambridge University Press, 1958.
- ZOHAR, A. *Higher order thinking in science classrooms: student's learning and teacher's professional development*. Dordrecht: Kluwer, 2004.

## Para Saber Mais

- RODA. Razoamento, Discurso, Argumentação: apresentação de atividades investigativas e questões sociocientíficas ao professor para trabalhar com o uso de evidências e argumentação no ensino de ciências. [www.rodascu.edu](http://www.rodascu.edu)
- SHIPS. Sociology, History and Philosophy of Science: apresentação de uma coletânea de casos históricos seguidos de propostas para uso em sala de aula, dentre as quais, situações de júri simulado e dramatizações históricas. [www1.umn.edu/ships/](http://www1.umn.edu/ships/)

**Abstract:** Cognitive skills of high school students were accessed from an analysis of the justifications they provided in a case study involving a socio-scientific question. Such cognitive skills were classified according to Bloom's taxonomy. The justifications provided by the students who have demonstrated skills in levels 4 and 5, that is, who were able to propose valid arguments, were classified them in levels proposed based on Toulmin pattern. Most students started high school with the intermediate order skills of the cognitive domain developed. Therefore they had difficulties in expressing a critical opinion and arguing. However, we observed that student's cognitive skills developed over that school level, although more sophisticated arguments have not been observed. The analysis of the arguments associated to the Bloom's taxonomy allowed us to predict possible causes to students' low quality argumentation.

**Keywords:** argumentation, socio-scientific issue; Bloom's taxonomy.