

Renata de Paula Orofino (renata.orofino@gmail.com)

Silvia Luzia Frateschi Trivelato (slftrive@usp.br)

Universidade de São Paulo

Faculdade de Educação

Argumentação em aulas de Biologia

Argumentation in Biology classes

Resumo

Este trabalho se fixa sobre a argumentação em uma aula de genética. Analisamos uma sequência de aulas de Biologia para o 3º ano do Ensino Médio para identificar e classificar argumentos científicos produzidos pelos alunos em uma questão sobre a função do DNA nos seres vivos. Usamos como base o trabalho de Toulmin (2006). A questão proposta pela professora foi compreendida por 30 dos 35 alunos da amostra. Aproximadamente metade da amostra apresentou argumentos com alguma justificativa para suas conclusões e a maioria dos argumentos foi considerada válida. Porém, uma minoria conseguiu responder a questão utilizando todos os conceitos que deveria. Fica o indício de que práticas comuns de sala de aula podem ser modificadas de forma a estimularem a argumentação dos alunos em aulas de ciências, mas que maior atenção deve ser dada ao tipo de questão a ser feita e as respostas esperadas em aulas de ciências.

Palavras chave: ensino de ciências, alfabetização científica, argumentação.

Abstract

This study focuses of argumentation in a Genetic class. We have analysed a sequence of Biology classes for students between 15 and 17 years old in order to identify and classify the scientific arguments produced by the students in a question about the function of DNA in living organisms. We have used Toulmin's (2006) argument pattern to interpret our data. The task suggested by the teacher was well understood by 30 out of 35 students. Approximately half of the sample presented valid arguments with some justification for their conclusions and the majority of the arguments was considered to be valid. However, only a minority managed to respond the question using all the expected concepts. Our work suggests that different pedagogical strategies may be useful to develop scientific argumentation among students, but also that more attention has to be given to the exact question that is to be made.

Keywords: science education, scientific literacy, argumentation.

Introdução

A sociedade atual é fruto dos avanços científico-tecnológicos acumulados ao longo do tempo. Pensando nessa influência que a ciência tem sobre o cotidiano das pessoas, a área de Ensino de Ciências começou a defender a alfabetização científica, um novo entendimento de como a ciência deveria ser ensinada. A sociedade seria a maior beneficiada se os cidadãos fossem capazes de adotar posturas realistas frente às ciências e se usassem esses conhecimentos na resolução dos conflitos diários (ALBE, 2008).

De acordo com a ideia de alfabetização científica (scientific literacy; OCDE, 2007; BYBEE; McCRAE; LAURIE, 2009), devemos ensinar o conteúdo científico e as outras características que compõem a natureza científica. Esse conhecimento mais global, mais completo da ciência, permitirá ao cidadão que seja mais crítico e que saiba se posicionar frente a questões científicas (KRASILCHIK e MARANDINO, 2007). Ou seja, o indivíduo alfabetizado cientificamente é aquele que tem conhecimentos intelectuais e práticos da ciência, além da compreensão de ideias e valores (DAWSON e VENVILLE, 2009).

Sob o nome alfabetização científica temos diversas compreensões (NORRIS e PHILLIPS, 2003; DAWSON e VENVILLE, 2009). A compreensão em que se baseia este trabalho é a que defende que um indivíduo alfabetizado em ciências sabe utilizar o conhecimento científico nos momentos necessários, compreende eventos e informações científicas veiculadas no cotidiano e sabe a influência da ciência em sua vida pessoal e social (HURD, 1998; AULER e DELIZOICOV, 2001; NORRIS e PHILLIPS, 2003; SASSERON e CARVALHO, 2008).

As pesquisas sobre esse tema ganharam importância entre os anos de 2003 e 2007, identificando a formação científica de futuros cidadãos como um tema cada vez mais investigado (LEE; WU; TSAI, 2009). Vemos uma linha de pesquisa bastante clara e estabelecida, rica em temas a serem tratados em sala de aula. Esse objetivo tem sido endossado não só por pesquisas sobre Ensino de Ciências, mas também por diferentes currículos ao redor do mundo que têm adaptado essas ideias ao programa de ciências (ALBE, 2008; HENAO e STIPCICH, 2008; CLARK e SAMPSON 2008).

Existem valores que os estudantes devem ter independente de suas carreiras futuras (DAWSON e VENVILLE, 2009), ou seja, o ensino de ciências deve se preocupar em formar cidadãos mais críticos e participativos nos assuntos que envolvam a ciência de alguma forma (McNEILL, 2009). Uma escola que compartilhe dessas ideias deve promover uma visão mais coerente de ciência, a contextualização de conceitos na vida real, um relato histórico mais verossímil sobre os conceitos construídos, a valorização do papel das evidências na construção da ciência e o uso da linguagem corrente na ciência (NEWTON; DRIVER, OSBORNE, 1999).

Um possível recorte dentro da área de estudos sobre alfabetização científica é o tipo de linguagem utilizado nas ciências. Quando o cientista inscreve a realidade na forma de resultados de um projeto, quando esses resultados vão ser confrontados com as teorias vigentes, quando o cientista publica seus resultados e discussões no formato de artigo científico, quando ele defende esses resultados perante a comunidade científica, ele se utiliza da linguagem. Mais especificamente, grande parte dessa linguagem é persuasiva, argumentativa, de forma a estabelecer os conhecimentos elaborados em um longo caminho de investigação (DRIVER; NEWTON; OSBORNE, 2000).

Retomando a ideia de alfabetização científica, em que mais elementos da ciência devem ser apresentados aos alunos, uma atividade dessa importância não poderia ser ignorada em seu ensino. Se o cientista constrói seus conhecimentos na forma de argumentos persuasivos, o ensino de ciência deveria contemplar essa prática. Ao ensinar o conceito pronto e com status de verdade, o papel das evidências e justificativas teóricas usadas para defender esses conceitos é ignorado.

A ideia de “Ensino de Ciências como argumentação” vem sendo levantada por diversos autores (DRIVER; NEWTON; OSBORNE, 2000; SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006; SAMPSON e CLARK, 2008; KUHN, 2010). Um dos primeiros trabalhos na área que analisou a argumentação em aulas de ciências defendeu que o professor deve contar ao aluno o porquê dos conceitos serem aceitos e da mesma forma que o cientista faz com seus pares,

convencer seu aluno sobre esse conceito (RUSSEL, 1983). Com o foco na argumentação, fica mais fácil demonstrar a construção do conhecimento científico e aproximar os estudantes dessa prática (BRICKER e BELL, 2008). Segundo as ideias acima, a prática argumentativa é um objetivo das aulas de ciências (SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006).

De qualquer forma, para que o argumento seja persuasivo e convincente cientificamente, deve ser consistente com os critérios epistemológicos da comunidade científica (SAMPSON e CLARK, 2008), ou seja, deve estar embasado em evidências e teorias aceitas pela ciência. A argumentação poderia ser utilizada em outros campos do conhecimento, como política ou direito (KUHN, 2010), mas para que seja aceito como científico, deve conter os conceitos típicos das práticas específicas da ciência. Portanto, o leque de informações que podem ser veiculadas nesse meio é restrito.

A prática argumentativa ajuda o aluno a pensar cientificamente, a entender como os conhecimentos da ciência são construídos e estabelecidos pela comunidade científica, facilita o aprendizado dos conteúdos conceituais escolarizados a partir do conhecimento científico (OSBORNE; ERDURAN; SIMON, 2004; VONAUFSCHNAITER et al., 2008). Concordamos, portanto, com a importância da alfabetização científica e defendemos a abrangência que as práticas discursivas da ciência têm em sala de aula para atingir as metas colocadas pela alfabetização científica (KUHN, 2010).

As pesquisas sobre a argumentação em sala de aula aumentaram na última década pelas áreas de ensino de ciências e estão entre os trabalhos mais citados (ex. DRIVER; NEWTON; OSBORNE, 2000). Além disso, há uma recente internacionalização das pesquisas, verificada por meio do aumento dos trabalhos de outros países em revistas de língua inglesa (LEE; WU; TSAI, 2009). O conhecimento construído pela área sustenta a importância da argumentação como componente da ciência e por isso, muitas pesquisas atuais incentivam o seu uso em sala de aula (CHAMIZO, 2007).

A variedade de estudos realizada reflete também uma variedade de perspectivas de análise (McNEILL, 2009). Os trabalhos de pesquisa sobre argumentação abrangem desde como os alunos argumentam em diferentes situações até quais conceitos são ou não veiculados pelos alunos durante suas discussões (JIMÉNEZ; PÉREZ; CASTRO, 1998; JIMÉNEZ e DÍAZ, 2003; ERDURAN; SIMON; OSBORNE, 2004; SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006; CARVALHO, 2008).

A análise do discurso argumentativo é considerada uma das maneiras de se acessar as questões relacionadas com o conhecimento (raciocínio e aporte teórico). Porém, não é clara a forma como estudantes se tornam fluentes nessa linguagem (CHANG e CHIU, 2008). Dawson e Venville (2009) publicaram um dentre muitos trabalhos que revelam que a habilidade argumentativa dos alunos é baixa. Porém, a partir da análise de diferentes pesquisas sobre argumentação, mostrou-se difícil comparar métodos de análise e, por isso, afirmar seguramente a capacidade argumentativa dos alunos. Cada pesquisa usa parâmetros de análise diferentes, o caráter das análises é, de certa forma, subjetivo e comparações diretas ficam impossibilitadas (CLARK e SAMPSON, 2008; SAMPSON e CLARK, 2008).

Tendo em vista o que foi abordado nesse resgate bibliográfico, pretendemos analisar a argumentação em uma sequência de aulas de biologia. Gostaríamos de entender como a professora estimula os alunos a argumentarem, se a professora fornece argumentos, seja em sua fala, seja no material didático usado, se os alunos produzem argumentos em um exercício escrito e se é possível relacionar a argumentação fornecida nas aulas com os exercícios escritos dos alunos.

Objetivos

Pretendemos analisar a argumentação científica em aulas de biologia, nos momentos em que é fornecida aos alunos pelos materiais expostos e nos momentos em que os alunos se apropriam desse gênero de linguagem. Propomos como objetivos específicos:

- Identificar e classificar os argumentos produzidos pelos alunos nas respostas escritas ao exercício proposto pela professora;
- Identificar relações conceituais entre o que foi proposto no exercício e os argumentos identificados.

Métodos

A sequência de interesse se passou em uma escola pública do bairro Butantã na cidade de São Paulo. A duração normal de cada aula, independente da disciplina, era de 50 minutos e eram ministradas duas aulas semanais de biologia para cada turma. Registramos uma sequência de aulas de genética no 3º ano do Ensino Médio, totalizando aproximadamente 60 alunos.

As aulas de biologia nesse período foram registradas em áudio e vídeo. As aulas foram transcritas na íntegra por meio dos registros de áudio e vídeo, de forma a garantir uma maior acuidade nas transcrições. O tema da sequência didática foi citologia, compreendendo desde as funções celulares, o núcleo celular, o ciclo celular, os cromossomos até a estrutura do DNA. O registro das aulas teve início no dia 02/04/2008, quando a professora introduziu o tema citologia e terminou em 05/05/2008, na última aula antes da avaliação individual.

As três aulas escolhidas para análise foram um grupo de aulas de leitura dialogada de um texto formulado pela professora. Nas aulas analisadas, a professora tratou da importância e da função do material genético nas células. Ao final desse trecho da sequência didática os alunos tiveram que responder a uma questão sobre o tema. Os exercícios escritos feitos pelos alunos foram recolhidos pela professora e contavam pontos, valiam nota na média do semestre.

Análises

As respostas dos alunos foram reproduzidas em meio digital para evitar parcialidades nas análises, a gramática, ortografia e concordância do texto foram mantidas conforme seus originais. Os dados representativos são as respostas a uma pergunta após a sequência didática que os alunos deveriam fazer individualmente e entregar para a professora. Ignoramos a avaliação feita pela professora, uma vez que a avaliação naquele momento tinha objetivos diferentes dos objetivos de análise presentes.

A análise de textos escritos pelos alunos é vantajosa, pois a linguagem escrita tende a ser mais objetiva quando comparada com a linguagem oral (OLIVEIRA e CARVALHO, 2005). Nas discussões orais a fala é entrecortada, com sobreposições dos colegas e do professor, enquanto que na linguagem escrita o aluno faz um monólogo pensado, mais elaborado (CARLSEN, 2007).

As respostas dos alunos foram reestruturadas segundo um padrão de argumento derivado do padrão de argumento de Toulmin (2006) para que fossem analisadas (Figura 01). A reestruturação das respostas em argumentos no formato de Toulmin (2006) significa a transformação das sentenças que compõem a resposta do aluno na ordem dos elementos propostos pelo autor.

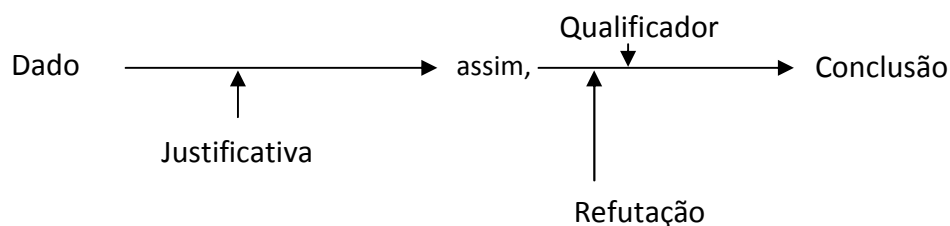


Figura 01: modelo de análise de argumento - derivado do modelo proposto por Toulmin (2006), com simplificações que ignoram a natureza da justificativa.

Em um trabalho de revisão sobre as diferentes análises de argumentação, Sampson e Clark (2008) analisam um argumento hipotético sob diferentes óticas de pesquisa. Fica claro nesse trabalho que existe uma reestruturação da fala dos alunos em argumentos no formato de Toulmin e que essa reestruturação respeita as relações sintáticas indicadas pelo aluno. Optamos pela mesma abordagem e reestruturamos os argumentos de acordo com as relações explicitamente marcadas no texto do aluno.

A estruturação dos argumentos levou em consideração as relações sintáticas presentes no texto dos alunos. Só estruturamos as frases em **dado** e **conclusão** caso fosse identificada uma relação de causa e consequência. Quando houve enumeração de fatos sem nenhuma relação de causa e efeito explicitada pelo uso das conjunções corretas, não reestruturamos o argumento.

Esse processo de reestruturação é bastante interpretativo (JIMÉNEZ e DÍAZ, 2003; SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006; VONAUFSCHNAITER et al., 2008), podendo gerar dúvidas quando feito individualmente. Para este trabalho, fizemos uma codificação em dupla. A codificação em dupla foi consensual, ou seja, os codificadores discutiram cada argumento formulado até que chegassem a um acordo sobre a estruturação do argumento. Este método permite aos codificadores discutirem suas escolhas, possibilitando um refinamento na análise (cf. DAWSON e VENVILLE, 2009).

A reestruturação era iniciada sempre a partir da identificação da **conclusão** do argumento (cf. ERDURAN; SIMON; OSBORNE, 2004), de forma a clarificar o papel das outras sentenças de um mesmo parágrafo da resposta em torno da afirmação. Adaptamos o modelo proposto por Toulmin (2006). Consideramos o modelo mais simplificado em que **garantia** e **apoio** aparecem unidos em um elemento chamado **justificativa**.

Com o intuito de validar a reestruturação dos argumentos, fizemos um esforço de contextualização de nossas análises (BRICKER e BELL, 2008). Após a reestruturação dos argumentos dos alunos, as relações conceituais existentes em tais argumentos foram colocadas à prova. Se um argumento fosse composto por **dado** e **conclusão**, mas o **dado** proposto não fosse coerente conceitualmente com a **conclusão** que ele tentava defender, esse argumento foi considerado inválido em nossa análise. Se o argumento fosse composto por **dado**, **justificativa** e **conclusão**, tanto a relação entre **dado** e **conclusão** quanto a relação entre **dado** e **justificativa** foi colocada à prova. Todo argumento, mesmo reestruturado, correu então o risco de ser considerado inválido conceitualmente.

A proposta acima é uma tentativa de resolver uma demanda na área de pesquisa em ensino de ciências: a necessidade de desenvolvimento de estudos que busquem criar e aperfeiçoar as devidas adaptações do padrão para os contextos de salas de aula de ciências (NASCIMENTO e VIEIRA, 2008). Entendemos que, com essa forma de análise, nos livramos do risco de usar o modelo de Toulmin como um quebra-cabeça e passamos a considerar apenas os argumentos que condizem com o contexto de sua produção.

Após as duas primeiras etapas de análise, direcionamos nossa atenção ao conteúdo da questão que gerou os exercícios. Esta apresenta uma resposta esperada, ou seja, é possível indicar quais alunos entenderam a pergunta e souberam respondê-la, diferentemente de trabalhos que analisam questões sócio científicas (temas controversos e que não apresentam resposta única, cf. DAWSON e VENVILLE, 2009; GRACE, 2009; ALBE, 2008).

Partindo do enunciado da pergunta: “Por que as conclusões dos experimentos 1 e 2 (que o DNA é o princípio transformante e que o DNA do vírus penetra na bactéria) permitem afirmar que o DNA é o portador das informações hereditárias?”, os alunos deveriam entender que “o DNA é o portador das informações hereditárias” é uma afirmação que deve ser justificada com base nos “experimentos 1 e 2”. Os alunos que conseguissem entender essa indicação do enunciado teriam entendido o exercício proposto pela professora (Tabela 01).

Identificamos nos argumentos dos alunos o conteúdo das diferentes **conclusões** e separamos aquelas que correspondiam ao enunciado da pergunta. Consideramos que os alunos que mostrassem em suas **conclusões** a informação sobre “o DNA ser o portador das informações hereditárias” compreenderam parcialmente a tarefa.

Tabela 01: chaves dicotômicas que ilustram a categorização dos argumentos produzidos pelos alunos em suas respostas.

USO DE LINGUAGEM CIENTÍFICA	
1. Compreensão da questão:	
Argumento não apresenta conclusão esperada pelo enunciado	Argumento que não responde a pergunta
Argumento apresenta conclusão esperada pelo enunciado	2
2. Natureza do dado:	
Citação simples do experimento 1 e/ou 2; Narrativa do experimento 1 e/ou 2; Apresentação dos resultados do experimento 1 e/ou 2	3
Qualquer explicação diferente das opções acima	aluno não cumpre a tarefa
3. Presença de justificativa:	
Argumento sem justificativa	4
Argumento com justificativa	5
4. Validade do argumento:	
Argumento válido	argumento simples e pouco complexo
Argumento inválido	argumento com relações conceituais erradas
5. Validade do argumento:	
Argumento válido	argumento que contempla a tarefa
Argumento inválido	argumento considerado incorreto
COMPREENSÃO DA TAREFA	
1. Execução da tarefa:	
Argumento que apresenta apenas um dos experimentos como evidência para a afirmação	2
Argumento que apresenta os dois experimentos como evidências para a afirmação	4
2. Quantidade de argumentos na resposta:	
Aluno que escreve apenas um argumento	aluno que não contempla plenamente a tarefa
Aluno que escreve mais de um argumento	3
3. Soma dos argumentos de um mesmo aluno:	
Apenas um argumento responde a tarefa	aluno que não contempla plenamente a tarefa
A somatória dos argumentos embasa a conclusão esperada nos dois experimentos	4
4. Aluno que cumpre plenamente a tarefa	

Relacionamos o conteúdo apresentado por esses alunos nos **dados** para defender tal **conclusão**. Consideramos que o grupo de alunos que conseguiu articular nos **dados** as informações sobre os “experimentos 1 e 2” compreenderam plenamente a tarefa.

Por fim, analisamos dentre os alunos que entenderam a tarefa qual a profundidade de articulação dos conhecimentos, pois entendemos que um aluno que cita o experimento articula menos informações do que aquele que consegue mostrar os resultados dos experimentos. Investigamos também quais alunos usaram **garantia**, como indício de melhor apropriação dos conceitos científicos pelo aluno; quais alunos estabelecem argumentos válidos, pois estamos em um contexto específico e o campo de argumentos permitido é restrito.

Resultados

Análise formal das respostas

Consideramos que o enunciado da pergunta proposta aos alunos fornecia **dado** e **conclusão** de um argumento, cabendo aos alunos ressaltar a **justificativa** (**garantia** e **apoio**) que permitia a ligação entre os dois. A professora, no enunciado da questão pede para o aluno: “[...] mostrar que, tomando-se aqueles dados como ponto de partida, é apropriado e legítimo passar dos dados à alegação ou conclusão apresentada” (TOULMIN, 2006; Pp. 141).

Uma vez que a pergunta fornecida fora: “Por que as conclusões dos experimentos 1 e 2 (que o DNA é o princípio transformante e que o DNA do vírus penetra na bactéria) permitem afirmar que o DNA é o portador das informações hereditárias?”, esperavam-se respostas que afirmassem “o DNA é o portador das informações hereditárias dadas as conclusões dos experimentos 1 e 2 (que o DNA é o princípio transformante e que o DNA do vírus penetra na bactéria)” e apresentassem conceitos veiculados sobre ambos os experimentos para justificar a afirmação.

Dentre os 60 alunos das duas turmas do 3º ano do Ensino Médio, um total de 35 alunos entregou o exercício. Das respostas analisadas, foram estruturados 62 argumentos, sendo que 29 eram compostos apenas de **dado** e **conclusão**. Um total de 33 argumentos apresentou alguma **justificativa**. Dos 62 argumentos encontrados, 15 apresentaram **qualificador** enquanto nenhum argumento apresentou **refutação**.

Análise conceitual das respostas

Em diferentes momentos os alunos foram capazes de articular suas ideias possibilitando a formação de argumentos, porém as informações veiculadas eram conceitualmente equivocadas. Para evitar uma análise descontextualizada (BRICKER e BELL, 2008), avaliamos a correção conceitual dos argumentos produzidos após a formatação dos argumentos. Dessa forma, contornamos uma das críticas comuns ao modelo de argumentação de Toulmin (2006) feitas por alguns trabalhos da área (cf. ERDURAN; SIMON; OSBORNE, 2004; SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006; VONAUFSCHNAITER et al., 2008).

Dos 62 argumentos construídos, 48 apresentaram relações conceituais corretas (77%), ou seja, podem ser considerados argumentos científicos. Após a análise formal dos argumentos e sua validação conceitual, prosseguimos com a verificação de quais alunos conseguiram entender e cumprir com a tarefa.

Dentre os 35 alunos, consideramos que 30 deles entenderam que era necessário defender a **conclusão** “o DNA é o portador das informações hereditárias”. Ou seja, 30 alunos escreveram pelo menos um argumento com afirmação semelhante a do enunciado no lugar de **conclusão**.

Houve variação entre as **conclusões**. Algumas indicavam o DNA como portador da informação hereditária, enquanto outras indicavam o DNA como transmissor dessa informação. Ambas foram consideradas coerentes com o enunciado.

Dentre os 30 alunos que apresentaram pelo menos um argumento com a **conclusão** esperada em suas respostas, selecionamos aqueles que entenderam também que era necessário embasar a **conclusão** a partir de informações dos dois experimentos explicados em aula. Identificamos que 18 citaram os experimentos, nove narraram os experimentos e 12 declararam as conclusões dos experimentos como **dados** que asseguravam a conclusão. Porém, alguns alunos comentaram apenas do 1º ou do 2º experimento. A questão era clara e pedia que os alunos usassem ambos os experimentos para embasar a conclusão. Logo, alunos que falaram de apenas um dos argumentos, foram identificados como alunos que conseguiram cumprir parcialmente a tarefa.

Dentre os 18 alunos que citaram os experimentos, seis alunos não apresentaram **justificativa**, ou seja, apresentaram uma cópia do enunciado da questão. Um total de 12 alunos apresentou **justificativas** para passar da citação dos experimentos para a **conclusão** esperada, mas apenas sete usaram conceitos científicos corretamente (válidos: 3, 4, 5, 11, 17, 23 e 34). O aluno 26 escreveu três vezes o mesmo argumento, porém se limita a repetir o enunciado sem construir **justificativa**. Dos 18 que citam os experimentos, apenas dois justificaram o argumento com informações de ambos os experimentos (4 e 11).

Dentre os sete alunos que em algum de seus argumentos apresentaram como **dado** a narrativa dos experimentos, apenas dois alunos (9 e 12) narraram ambos os experimentos, enquanto os outros alunos narraram apenas o 1º ou o 2º experimento. O aluno 12 consegue articular todas as informações em um único argumento, enquanto os alunos 1 e 9 usaram mais de um argumento para responder à questão. O aluno 13 apresentou duas **conclusões** para o mesmo conjunto de **dados** quando afirma que “o DNA é o portador e transmissor das características hereditárias”, porém, limitou-se a narrar o experimento 1. O aluno 32, apesar de articular informações de ambos os experimentos, apresentou erros conceituais ao justificar o 1º experimento, ou seja, só conseguiu justificar corretamente o 2º experimento como **justificativa** da **conclusão**.

Dentre os oito alunos que em algum de seus argumentos apresentaram como **dado** diretamente os resultados dos experimentos, apenas dois conseguiram usar informações dos dois experimentos em suas respostas (8 e 18), enquanto os outros evidenciaram apenas o resultado do 1º ou do 2º experimento. Alguns alunos (7, 8, 18 e 28) construíram dois argumentos para colocar separadamente os resultados dos experimentos 1 e 2, porém, os alunos 7 e 28 apresentam um de seus argumentos inválido, o que faz com que consideremos que esses dois alunos só conseguiram explicar um dos experimentos como evidência para a **conclusão** esperada.

O aluno 1 usou dois argumentos em sua resposta. No primeiro argumento, narrou o primeiro experimento corretamente e no segundo argumento, se utiliza das conclusões do segundo experimento. Sendo assim, esse aluno também cumpre a tarefa. Ou seja, sete alunos (1, 4, 8, 9, 11, 12, 18) conseguiram cumprir plenamente a tarefa. Aqueles que não conseguiram fazer isso em um só argumento construíram mais de um argumento, mesmo que com **conclusões** diferentes da esperada pelo enunciado, justificando a informação de que “o DNA é o portador das informações hereditárias”.

Como exemplo, demonstramos o argumento construído a partir da resposta do aluno 12: “[**Dado** que] No primeiro experimento as bactérias vivas adquirem o DNA da[s] bactérias mortas e suas filhas nascem com suas novas características. Já no segundo experimento foi observado que é o DNA do vírus que entra na célula e que produz novos vírus. Assim, pode

se observar que é o DNA que contém as informações hereditárias. [Porque] [o DNA] é quem faz com que sejam reproduzidos novos indivíduos, com as características do progenitor (informações hereditárias).”

Discussão

A análise foi composta de diferentes fases com o intuito de contextualizar os argumentos produzidos pelos alunos. Dos 62 argumentos produzidos 48 foram válidos, sendo que metade da amostra total apresentou argumentos justificados. Ou seja, 48 argumentos continham informações científicas corretas. O número de argumentos justificados ou válidos pode ser considerado bastante alto se comparado com outros trabalhos da área. Sasseron e Carvalho (2008) consideram satisfatórias as afirmações que são ligadas a justificativas, assim, consideramos nossos dados satisfatórios.

Fica o indício de que é possível proporcionar a oportunidade de argumentar em aulas com métodos e objetivos diversificados, tornando o ensino da argumentação uma prática mais constante nas aulas de ciências. Isso inova as pesquisas sobre argumentação na área, que preconizam atividades específicas (ex. resolução de problemas) para o desenvolvimento da argumentação dos alunos. Entendemos que uma situação comum às salas de aula pode também ser estimuladora para a argumentação.

Outro fator que pode ter contribuído para a construção de tantos argumentos nas respostas analisada, foi a existência de uma etapa de discussão entre alunos antes da entrega do exercício. Nessa discussão não havia a visão hegemônica da ciência expressa pela fala do professor, o que permite um diálogo aberto entre os alunos (OSBORNE; ERDURAN; SIMON, 2004).

Diferente de situações abertas em que diferentes **conclusões** são possíveis a partir de um mesmo conjunto de **dados** (ex. JIMÉNEZ; PÉREZ; CASTRO, 1998; ERDURAN; SIMON; OSBORNE, 2004; VONAUFSCHNAITER et al., 2008), entendemos a situação estudada permitia uma única conclusão, dada pela professora no enunciado (DNA é o portador das informações hereditárias). Em outras palavras, a questão proposta pela professora era: explique por que o DNA é o princípio transformante. Segundo o modelo de argumentação de Toulmin, argumentamos quando justificamos uma afirmação (TOULMIN, 2006; Pp. 18), ou seja, ao pedir que o aluno justificasse uma afirmação, a professora pedia que o aluno argumentasse em favor de tal afirmação, apresentando **dados**, **garantias** e **apoios** para a **conclusão** a ser defendida.

Nessa etapa de análise pudemos perceber um funil. Dos 35 alunos da amostra, 30 conseguiram entender a tarefa proposta pela professora, mas apenas sete conseguiram unir habilidades de escrita e competências conceituais para respondê-la. Dissemos que 30 alunos compreenderam a tarefa, pois conseguiram identificar no enunciado a conclusão esperada e os dados que deveriam ser explicados, porém, a maioria dos alunos repetiu o enunciado ou forneceu informações parciais para responder a questão. Dos 35 alunos, 13 apresentaram erros conceituais que invalidaram seus argumentos. Entendemos que nossos dados indicaram dois processos: os alunos conseguiram argumentar cientificamente, mas não conseguiram articular todos os conhecimentos necessários para cumprir a tarefa proposta. Ou seja, eles souberam falar ciência, porém não foram capazes de elencar os conceitos corretos a serem utilizados na situação.

Os argumentos produzidos apresentaram apenas **dados** e **justificativas** e apenas 15 argumentos apresentaram **qualificador**. Não identificamos os elementos mais complexos do modelo de argumentação de Toulmin (2006) (NASCIMENTO e VIEIRA, 2008). Dados

similares são relatados amplamente na literatura. Segundo Sampson e Clark (2008), os alunos tendem a contar apenas com os **dados** para suportar suas **conclusões** ou ainda fazem muitas afirmações sem nenhum embasamento (**dado** ou **justificativa**). Porém, discordamos dos mesmos autores quando estes reduzem o sucesso ou fracasso dos alunos em argumentar à natureza da atividade didática preparada. A afirmação carrega em si a ideia de que uma metodologia de ensino por si só é garantia de alcance dos objetivos propostos.

Como foi dito anteriormente, a linguagem argumentativa é gradativa depende de prática (SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006; SIMON e JOHNSON, 2008), portanto, não podemos esperar que uma atividade isolada durante o Ensino de Ciências faça com que o aluno dê um salto linguístico e conceitual equivalente a alguns anos escolares. Trabalhos como o de Osborne e colaboradores (2004), mostram que há melhora na argumentação dos alunos após um período de aulas com objetivo específico de estimular a argumentação.

Se considerarmos que a ciência apresenta uma linguagem peculiar, devemos possibilitar aos alunos que pratiquem essa linguagem, desafiando-os a justificar resultados a partir de teorias aceitas (LEMKE, 1990; OLIVEIRA e CARVALHO, 2005). Para essa tarefa ser cumprida, o professor deve estimular os alunos a interpretar as informações relevantes em um texto ou uma discussão, encorajá-los a escutar a opinião dos colegas para que possa contra argumentar, promover discussões e proporcionar aos alunos os conceitos relevantes nessas discussões (CARVALHO, 2008; SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006).

No sentido de atenuar as críticas à complexidade dos argumentos escritos pelos alunos, Bricker e Bell (2008) argumentam que no dia-a-dia podemos encontrar argumentos com poucos elementos, pois os falantes podem subentender que os conceitos são bem conhecidos entre os interlocutores, fazendo-se desnecessária a explicitação de todos os elementos do argumento.

Como citado anteriormente (CLARK e SAMPSON, 2008), as análises apresentadas em cada artigo publicado são diferentes, o que torna a comparação entre os resultados dificultada. Além disso, a confusão causada no momento de definir cada elemento dos alunos torna as análises parcialmente subjetivas, uma vez que depende de cada pesquisador como os textos serão encaixados no modelo de Toulmin (2006). Corremos o risco de, sob a ótica de cada pesquisador, rotular os alunos como fracassados ou extremamente habilidosos em ciências (SAMPSON e CLARK, 2008). Uma vez que os alunos não aprenderam o modelo de argumentação de Toulmin (2006) especificamente, acreditamos que a divisão entre **garantias** e **apoios** seria desnecessária e apenas dificultaria a análise do discurso dos alunos em aulas de ciências.

A verificação da correção conceitual dos argumentos nos permitiu superar uma análise descontextualizada e mais criticável. Validamos os argumentos que falavam sobre ciência, falavam sobre o tema proposto em aula e identificamos os argumentos que respondiam à tarefa específica. Conforme Bricker e Bell (2008) discutem, esse tipo de análise demonstra que a ferramenta de argumentação proposta por Toulmin (2006) não foi utilizada de modo vazio, como se fosse uma régua, mas foi considerada na totalidade da obra, identificando o papel de cada afirmação no texto e considerando seu contexto.

Os resultados aqui apresentados também nos permitem olhar para a prática argumentativa como algo maior do que nas aulas de ciências. Uma vez que os alunos conseguiram formar argumentos, mas não conseguiram articular conceitos, devemos nos perguntar se a habilidade argumentativa que apresentaram é fruto das aulas de ciências ou de toda a prática escolar dos alunos. Sendo assim, não podemos afirmar que apenas um tipo de prática pedagógica favorece os argumentos, nem tampouco afirmar que as aulas de ciências são um espaço decisivo para o aprendizado da argumentação.

Bibliografia

ALBE, V. When Scientific Knowledge, Daily Life Experience, Epistemological and Social Considerations Intersect: Students' Argumentation in Group Discussions on a Socio-scientific Issue. **Research in Science Education**. 38:67-90. 2008.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**. 3: 105-115. 2001.

BRICKER, L. A.; BELL, P. Conceptualizations of Argumentation From Science Studies and the Learning Sciences and Their Implications for the Practices of Science Education. **Science Education**. 92:473-498. 2008.

BYBEE, R.; McCRAE, B.; LAURIE, R. PISA 2006: An assessment of scientific literacy. **Journal of research in science teaching**. 46: 865-883. 2009.

CARLSEN, W. S. Language and science learning. **In: Handbook of research on science education**. S.K. Abell; N.G. Lederman. Lawrence Erlbaum. 1ª edição. 2007.

CARVALHO, A. M. P. Habilidades de Professores Para Promover a Enculturação Científica. **Contexto & Educação**. 22: 25-49. 2008.

CHAMIZO, J. A. G. Las aportaciones de Toulmin a La enseñanza de las ciencias. **Enseñanza de las ciencias**. 25. 2006.

CHANG, S. N.; CHIU, M. H. Lakatos' Scientific Research Programmes as a Framework for Analysing Informal Argumentation about Socio-scientific Issues. **International Journal of Science Education**. 30: 1753-1773. 2008.

CLARK, D. B.; SAMPSON, V. Assessing Dialogic Argumentation in Online Environments to Relate Structure, Grounds, and Conceptual Quality. **Journal of Research in Science Teaching**. 45: 293-321. 2008.

DAWSON, V.; VENVILLE, G. J. High-school Students' Informal Reasoning and Argumentation about Biotechnology: An indicator of scientific literacy? **International Journal of Science Education**. 31: 1421-1445. 2009.

DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J. Establishing the Norms of a Scientific Argumentation in Classrooms. **Science Education**. 84:287-312. 2000.

ERDURAN, S.; SIMON, S.; OSBORNE, J. TAPping into argumentation: developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. **Science education**. 88: 915-933. 2004.

GRACE, M. Developing High Quality Decision-Making Discussions About Biological Conservation in a Normal Classroom Setting. **International Journal of Science Education**. 31: 551-570. 2009.

HENAO, B. L.; STIPCICH, M.S. Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las Ciencias Experimentales. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. 7: 47-62.2008.

HURD, P. H. Scientific literacy: new minds for a changing world. **Science Education**. 82: 407-416. 1998.

JIMÉNEZ, M. P. A.; DÍAZ, J. B. Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. **Enseñanza de las Ciencias**. 21: 3. 2003.

JIMÉNEZ, M. P. A.; PÉREZ, V. A.; CASTRO, C.R. Argumentación en el laboratorio de Física. **Atas do VI EPEF**. Florianópolis. SC. 1998.

KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. **Ensino de ciências e cidadania**. Editora Moderna. São Paulo. 2007.

KUHN, D. Teaching and Learning Science as Argument. **Science Education**. 1-15. 2010.

LEE, M. H.; WU, Y. T.; TSAI, C. C. Research Trends in Science Education from 2003 to 2007: A content analysis of publications in selected journals. **International Journal of Science Education**. 31: 1999-2020. 2009.

LEMKE, J. L. **Talking science: language, learning and values**. Norwood, New Jersey: Ablex Publishing Corporation. 1990.

McNEILL, K. Teachers' Use of Curriculum to Support Students in Writing Scientific Arguments to Explain Phenomena. **Science Education**. 93: 233-268. 2009.

NASCIMENTO, S. S.; VIEIRA, R. D. Contribuições e limites do padrão de argumento de Toulmin aplicado em situações argumentativas de sala de aula de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. 8. 2008.

NEWTON, P.; DRIVER, R.; OSBORNE, J. The place of argumentation in the pedagogy of school science. **International Journal of Science Education**. 21: 553-576. 1999.

NORRIS, S. P.; PHILLIPS, L. M. How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. **Science Education**. 87: 224-240. 2003.

OLIVEIRA, C. M. A.; CARVALHO, A. M. P. Escrevendo em aulas de ciências. **Enseñanza de las ciencias**. Número extra. VII Congreso. 2005.

OSBORNE, J.; ERDURAN, S.; SIMON, S. Enhancing the Quality of Argumentation in School Science. **Journal of Research in Science Teaching**. 41: 994-1020. 2004.

RUSSELL, T. L. Analysing arguments in science classroom discourse: Can teachers' questions distort scientific authority? **Journal of Research in Science Teaching**. 20: 27-45. 1983.

SAMPSON, V.; CLARK, D. B. Assessment of the Ways Students Generate Arguments in Science Education: Current Perspectives and Recommendations for Future Directions. **Science Education**. 92: 447-472. 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando A Alfabetização Científica No Ensino Fundamental: A Proposição e A Procura De Indicadores Do Processo. **Investigações em ensino de ciências**. 13: 333-352. 2008.

SIMON, S.; JOHNSON, S. Professional Learning Portfolios for Argumentation in School Science. **International Journal of Science Education**. 30: 669-688. 2008.

SIMON, S.; ERDURAN, S.; OSBORNE, J. Learning to Teach Argumentation: Research and development in the science classroom. **International Journal of Science Education**. 28: 235-260. 2006.

TOULMIN, S. **Os usos do argumento**. Martins Fontes. São Paulo. 2006.

VONAUFSCNAITER, C.; ERDURAN, S.; OSBORNE, J.; SIMON, S. Arguing to learn and learning to argue: case studies of how students' argumentation relates to their scientific knowledge. **Journal of research in science teaching**. 45: 101-131. 2007.