

Movimentos entre a cultura escolar e cultura científica: *análise de argumentos em diferentes contextos*

Movimientos entre la cultura escolar y la cultura científica:
análisis de argumentos en diferentes contextos

Movements between School Culture and Scientific Culture:
Analysis of Argumentation in Different Contexts

Mouvements entre la culture scolaire et la culture scientifique:
analyse d'arguments dans les différents contextes

Data de recepção: AGOSTO 5, 2011 / Data de aceitação: ABRIL 30, 2013

Encontre este artigo em <http://magisinvestigacioneducacion.javeriana.edu.co/>

2027-1174(201312)6:12<69:MCECAA>2.0.TX;2-A

Escrito por DANIELA LOPES-SCARPA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC
SÃO PAULO, BRASIL
dlscarpa@usp.br

SILVIA LUZIA FRATESCHI-TRIVELATO
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
SÃO PAULO, BRASIL
slftrive@usp.br

Resumo

Para investigar as relações entre a cultura científica e a cultura escolar, analisamos textos científicos e de alunos da educação básica. Usou-se o padrão do argumento de Toulmin e marcas linguísticas para identificar elementos dos argumentos. Verificamos que os alunos utilizam argumentos substanciais, enquanto que os argumentos dos cientistas são analíticos. A utilização diferenciada dos tempos verbais do discurso permitiu sugerir a transformação da biologia funcional em narrativa histórica. A seleção lexical e de qualificadores tornou visível o deslizamento entre valores de verdade e de conhecimento. Essa análise nos permitiu tecer considerações sobre o caráter híbrido do ensino de ciências.

Palavras-chave autor

Ensino de ciências, cultura científica, cultura escolar, hibridização, argumentação.

Palavras-chave descritor

Science-ensino secundário, ensino secundário ciências básicas, educação científica.

Transferência à prática

Ao investigar as relações entre cultura científica e cultura escolar, as análises e reflexões empreendidas neste artigo contribuem com as discussões sobre os objetivos do ensino de ciências. Propomos que o objetivo do ensino de ciências seja estabelecer um diálogo entre diferentes culturas, de forma que os interlocutores tomem uma atitude responsiva perante o conhecimento. Assumindo a argumentação como central na formação de comunidades comunicacionais e na construção da subjetividade crítica, compreender as características do argumento quando enunciado em textos científicos e em textos de estudantes pode contribuir com as pesquisas que visam investigar e desenvolver habilidades envolvidas na argumentação.

Para citar este artigo / Para citar este artículo / To cite this article / Pour citer cet article

Lopes-Scarpa, D. & Frateschi-Trivelato, S. L. (2013). Movimentos entre a cultura escolar e cultura científica: análise de argumentos em diferentes contextos. *magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 6 (12) Edición especial Enseñanza de las ciencias y diversidad cultural, 69-85.

Palabras clave autor

Enseñanza de ciencias, cultura científica, cultura escolar, hibridación, argumentación.

Palabras clave descriptor

Ciencia-Enseñanza secundaria, ciencias básicas-Educación secundaria, educación científica.

Resumen

Para investigar las relaciones entre la cultura científica y la cultura escolar, analizamos textos científicos y de alumnos de la educación básica. Se utilizó el patrón del argumento de Toulmin y marcas lingüísticas para identificar elementos de los argumentos. Verificamos que los alumnos utilizan argumentos substanciales, mientras que los argumentos de los científicos son analíticos. La utilización diferenciada de los tiempos verbales del discurso permitió sugerir la transformación de la biología funcional en narrativa histórica. La selección lexical y de calificadores tornó visible el flujo entre valores de verdad y de conocimiento. Ese análisis nos permitió tejer consideraciones sobre el carácter híbrido de la enseñanza de las ciencias.

Transferencia a la práctica

Al investigar las relaciones entre cultura científica y cultura escolar, los análisis y reflexiones emprendidas en este artículo contribuyen con las discusiones sobre los objetivos de la enseñanza de las ciencias. Proponemos que el objetivo de la enseñanza de las ciencias sea establecer un diálogo entre diferentes culturas, de manera que los interlocutores tomen una actitud de respuesta ante el conocimiento. Asumiendo la argumentación como central en la formación de comunidades comunicacionales y en la construcción de la subjetividad crítica, comprender las características del argumento cuando enunciado en textos científicos y en textos de estudiantes, puede contribuir con las investigaciones que visan estudiar y desarrollar habilidades involucradas en la argumentación.

Key words author

Science Education, Scientific Culture, School Culture, Hybridization, Argumentation.

Key words plus

Science-Secondary Education, Secondary Education Basic Sciences, Science Education.

Abstract

In order to study the relationship between scientific culture and school culture, we analyzed scholarly texts and work of primary school students. The Toulmin model of argument and linguistic marks were used to identify the elements of argumentation. The analysis shows that students use substantial arguments, while scholars employ analytical arguments. A differentiated use of verbal times allowed us to suggest the transformation of functional biology into historical narration. The chosen vocabulary and the use of adjectives showed the flow between values of truth and knowledge. The analysis allowed us to elaborate on the hybrid character of the science education.

Transference to practice

As they look into the connections between scientific culture and school culture, the analyses described in this paper contribute to the discussion on the objective of science education. We argue that the aim of science education should be to establish a dialogue between different cultures, so that interlocutors assume an attitude of response when facing knowledge. If we consider that argumentation and reasoning are essential for establishing communicational communities and for constructing critical subjectivity, to understand the characteristics of argument when present in scholarly texts and students' work can be valuable for research that seeks to study and develop skills related to argumentation.

Mots clés auteur

Enseignement des sciences, culture scientifique, culture scolaire, hybridation, argumentation.

Mots clés descripteur

L'enseignement des sciences, secondaire et l'enseignement des sciences de base, l'enseignement des sciences.

Résumé

Pour faire une recherche sur les rapports entre culture scientifique et culture scolaire, on a analysé les textes scientifiques et des élèves de l'éducation basique. On a utilisé le modèle de l'argument de Toulmin et les marques linguistiques pour identifier les éléments des arguments. On a vérifié que les élèves utilisent des arguments substantiels, alors que les arguments de scientifiques sont analytiques. L'utilisation différenciée des temps verbaux du discours a permis la transformation de la biologie fonctionnelle dans un narratif historique. Le choix lexical et de qualificatifs a montré le flux entre les valeurs de vérité et de connaissance. Cette analyse nous a permis de tisser les considérations sur le caractère hybride de l'enseignement des sciences.

Transfert à la pratique

Lorsqu'on a fait de la recherche sur les rapports entre culture scientifique et culture scolaire, les analyses et réflexions entreprises dans cet article ont contribué avec les débats sur les objectifs de l'enseignement des sciences. On propose que l'objectif de l'enseignement des sciences soit établir un dialogue entre les différentes cultures, et de cette manière les interlocuteurs aient une attitude de réponse en face de la connaissance. On assume ainsi l'argumentation en tant qu'un aspect central dans la formation de communautés communicationnelles et dans la construction de la subjectivité critique, pour comprendre les caractéristiques de l'argument lorsqu'un énoncé dans les textes des étudiants, peut contribuer avec les recherches qui visent étudier et développer les habilités concernées dans l'argumentation.

Introdução

É frequente pesquisadores da área de ensino de ciências assumirem a ciência como uma cultura, com suas formas de narrativas particulares, práticas materiais, crenças, valores (Carvalho, 2008; Roth & Lawless, 2002; Driver, Newton & Osborne, 2000). É também comum na literatura especializada que o objetivo do ensino de ciências seja tomado como um processo de entrada do aprendiz em uma nova cultura, compreendendo e ensaiando o uso de suas práticas, valores e linguagens. Para os sujeitos aprenderem a utilizar a cultura científica em determinados contextos, é necessário que experimentem a linguagem desse domínio específico. A argumentação é considerada um dos gêneros mais característicos da prática científica, portanto, esta assume um papel fundamental na aprendizagem das ciências na escola, tanto do ponto de vista conceitual — a partir do domínio do conteúdo e linguagem científicos —, quanto do ponto de vista epistemológico — compreendendo a construção histórica e social desse conhecimento.

Mas, por que falar em cultura científica? O que permite associar a ciência com o conceito de cultura? Quais as relações entre cultura científica e escolar? Como essa discussão pode contribuir no debate sobre os objetivos do ensino de ciências?

Essas perguntas surgiram no transcurso de uma tese de doutorado, em que investigamos as características do argumento quando enunciado em textos científicos e quando enunciado em produções de alunos da educação básica de uma escola brasileira, com o objetivo mais geral de compreender o caráter híbrido do ensino de ciências e tecer considerações sobre o que é retido, o que é abandonado e o significado das escolhas na recontextualização do conhecimento científico para a cultura escolar.

Tendo em vista a importância do argumento nesse contato entre culturas, as seguintes questões de pesquisas foram formuladas:

- Quais são as características do argumento quando enunciado na cultura científica?
- Quais são as características do argumento quando enunciado na cultura escolar?
- O que a comparação entre essas características pode nos dizer sobre a hibridização dessas culturas?

O conceito de cultura, a cultura científica e o ensino de ciências

Sendo o conceito moderno de cultura entendido como relacionado às práticas sociais, às experiências estabelecidas por meio da ação comunicativa entre os sujeitos, é possível associar ciência a uma forma de cultura. Nascida do dilema dado versus criado, inato *versus* adquirido, onde inicialmente, a tendência nas ciências sociais dos séculos XIX e XX foi postular a supremacia do cultural em detrimento do orgânico, no uso mais amplo e recente da palavra cultura, ela é identificada com o “espírito formador do homem” que informa o “modo de vida global” de determinado povo e que se manifesta por todo o âmbito de atividades sociais (Williams, 2000).

Cultura passa a carregar a dimensão das práticas culturais e da produção cultural como elementos importantes na constituição da ordem social, levando em consideração sistemas de significação e valorizando a pluralidade cultural. Portanto, não é profícuo se remeter a uma cultura ou à oposição entre cultura erudita ou popular. Certeau (1995) defende que

Artigo descrição | Descripción del artículo | Article description | Description de l'article

Neste artigo de investigação são apresentados os resultados de uma tese de doutorado em Educação, subárea Ensino de Ciências e Matemática, defendida na Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, sob orientação da segunda autora. O título da tese é “Cultura escolar e cultura científica: aproximações, distanciamentos e hibridações por meio da análise de argumentos no ensino de biologia e na biologia”.

a substituição de uma concepção de “cultura no singular”, que “impõe sempre a lei de um poder”, por outra concepção de “cultura no plural”, centrada no combate e nas tensões sociais, é mais adequada para entender a sociedade.

Já que a ciência é uma prática social, com seus valores, instrumentos, procedimentos, agentes e relações objetivas entre eles, produtos, regras de funcionamento, é possível enxergá-la como uma forma de cultura.

Se no início de seu desenvolvimento, a atividade científica era calçada na ênfase na lógica matemática e no método hipotético-dedutivo, atualmente, há um relativo consenso entre filósofos e sociólogos da ciência de que não há um método universal capaz de explicar a diversidade da atividade científica. O que existe são métodos e padrões historicamente contingentes sujeitos a mudanças, cuja eficiência é avaliada em seu confronto com o mundo. Os métodos dependem dos instrumentos intelectuais e práticos disponíveis aos cientistas em determinado contexto histórico (Chalmers, 1994). A dimensão social em que a ciência está imersa tem cada vez maior importância, e para além dos experimentos que desvelam fatos do mundo natural, a noção de que a observação da natureza e a coleta de dados são baseadas em teorias e nas visões dos cientistas em um processo dialógico está presente nas explicações sobre o fazer científico (Duschl & Grandy, 2008). Nessa perspectiva, não faz sentido, então, falar em uma cultura científica, mas em culturas científicas situadas no tempo e no espaço.

Essa visão tem implicações para o ensino de ciências. Como incluir os aspectos socioculturais no ensino de ciências, dando espaço para o diálogo entre a ciência e outras formas de conhecimento?

De um enfoque no qual a aprendizagem de ciências é vista como mudança conceitual do indivíduo e que certas concepções devem ser substituídas por aquelas consideradas corretas do ponto de vista científico (o que carrega uma visão de superioridade da cultura científica sobre outras formas de conhecimento humano), as pesquisas em ensino e ciências passaram a privilegiar as maneiras pelas quais as explicações são construídas e compartilhadas no contexto da sala de aula.

O papel da linguagem na educação científica e nas metodologias de pesquisa utilizadas para investigar o oral e o escrito no ensino de ciências tem sido mais situado em um contexto sociocultural, no qual há a valorização das interações entre professores, alunos e diferentes discursos que circulam na sala de aula (Yore, Bisanz & Hand, 2003). Desenvolver habilidades de interpretar, construir e refutar argumentos que associam evidências e/ou dados a idéias e/ou teorias passam a fazer parte dos objetivos de um ensino de ciências que, para além do entendimento dos termos e conceitos-chaves das ciências, busca a compreensão das normas, métodos e natureza do empreendimento científico e a conscientização do impacto da ciência e da tecnologia na sociedade, constituindo um processo de “alfabetização científica” (Laugksck, 2000).

Outros autores preferem caracterizar o aprendizado de ciências por meio da metáfora da “enculturação” —entrada do aprendiz num mundo ontológica e epistemologicamente diferentes do mundo cotidiano (Carvalho, 2008; Roth & Lawless, 2002; Driver et al., 2000; Mortimer, 2000). Apesar de utilizado com o objetivo de ampliar e modificar o caráter de um ensino de ciências baseado na mudança conceitual, acreditamos que a utilização desse termo possa gerar interpretações equivocadas acerca dos objetivos da educação científica.

Com origem na antropologia, tanto enculturação quanto aculturação são expressões utilizadas para explicar as modificações sofridas por

uma cultura em contato com outra. O uso de aculturação é duramente criticado por antropólogos, pois para explicar as transformações que ocorre em grupos sociais que entram em contato por conta da expansão do capitalismo e do colonialismo, pressupõe que um dos grupos seja incorporado cultural e socialmente de maneira passiva pelo outro não dando conta da complexidade envolvida nessas dinâmicas (Durham, 2004).

A polissemia inerente a esses termos traz riscos aos pesquisadores de outras áreas interessados nessa abordagem. De toda maneira, é importante que essas tensões estejam explicitadas para que esses conceitos possam efetivamente contribuir com programas de investigação em que pesquisadores “estrangeiros” pretendam utilizá-los.

Talvez fosse mais profícuo, investigar a ciência escolar como um discurso híbrido, resultado de processos de aproximação, distanciamento e recontextualização entre culturas escolares e culturas científicas. Isso implica reconhecer, segundo Lopes (2005), que para além da “seleção, produção, distribuição e reprodução do conhecimento, as políticas de currículo passam a ter como objetivos orientar determinados desenvolvimentos simbólicos, obter consensos para uma dada ordem e alcançar transformações sociais almejadas” (p. 56). Nessa perspectiva, a pluralidade cultural e a variedade de vozes e mensagens são favorecidas, mesmo que em tensão permanente com as normas e a tradição.

Na antropologia, Geertz (1989, p. 8-10) questiona a antiga ambição dos antropólogos de, ao estudar uma cultura diferente, quererem se tornar os próprios nativos ou copiá-los, e discute essa dificuldade citando Wittgenstein (2008):

Falamos de algumas pessoas que são transparentes para nós. Todavia, é importante no tocante a essa observação que um ser humano possa ser um enigma completo a outro ser humano. Aprendemos isso quando chegamos a um país estranho, com tradições inteiramente estranhas e, o que é mais, mesmo que se tenha um domínio total do idioma do país. Nós não compreendemos o povo (e não por não compreender o que eles falam entre si). Não nos podemos situar entre eles (p. 289).

Situar-se no diferente, no outro, ter acesso ao mundo conceitual no qual os praticantes de outra cultura vivem, de modo a poder conversar com eles. Alargar o universo do discurso humano seria esse um dos objetivos da antropologia.

Ao pensar uma das funções da escola como sendo a de possibilitar o acesso dos estudantes ao conhecimento construído pela humanidade em seu processo histórico e permitir que eles se situem, na e pela linguagem, perante as diversas esferas culturais responsáveis pela produção desse conhecimento, a idéia de alargamento do universo do discurso humano serve também como um dos objetivos da escola.

Apesar da convicção de que há um ponto de chegada em toda a intenção educativa, acreditamos que o percurso até ele não deixa de ser criativo e pode ser múltiplo. O tamanho, a direção, as curvas, os obstáculos desse percurso vai depender das culturas que se hibridizam no processo e das múltiplas vozes que participam das negociações.

Em contraposição à noção de que o ensino de ciências deveria promover a crença dos estudantes nas teorias e modelos científicos como maneira privilegiada de explicação do mundo, El-Hani e Mortimer (2007) defendem que o objetivo do ensino de ciências seria o de “compreender” (*understanding*) os diferentes discursos que coexistem numa determinada esfera de atividade humana. Compreender envolveria as capacidades de

estabelecer relações entre ideias, atribuir sentido a elas, aplicá-las nos contextos adequados e reconhecer as razões que a justificam.

Ao reconhecer a variedade dos modos de representar e ter acesso à natureza, é necessário sensibilizar a educação científica para a cultura em que os estudantes estão inseridos, instaurando um diálogo entre diferentes saberes e dando espaço para as representações dos estudantes nos processos argumentativos que ocorrem na sala de aula de ciências (El-Hani & Mortimer, 2007). “Ao professor cabe a tarefa de despertar no educando uma atitude crítica diante da realidade em que se encontra inserido, preparando-o para ‘ler o mundo’: a princípio, o seu mundo, mas, daí em diante, e paulatinamente, todos os mundos possíveis” (Koch, 2000, p. 160).

Acrescentamos que a leitura do mundo seja uma leitura ativa, que instaure o diálogo com todos os mundos possíveis. No contexto bakhtiniano, a palavra “diálogo” não é entendida como consenso, mas como reação do eu ao outro, como palavra na situação complexa e heterogênea dos sujeitos sociais, vinculada a situações concretas, do tempo presente ou passado (Marchezan, 2006). O diálogo, no sentido amplo de toda a comunicação verbal e não verbal (e que não se refere somente à situação de produção imediata), envolve uma “atitude responsiva” dos interlocutores, revelando suas tomadas de posições, que exige a “compreensão” dos enunciados e da pluralidade de vozes presentes neles (Bakhtin, 1986; 1998).

Assim, é por meio da compreensão dos discursos da ciência (ou de pelos menos algumas de suas características) que o indivíduo tem mais chances de dialogar com a cultura científica e se posicionar perante seus produtos e seu papel na sociedade, optando por acreditar ou não nas suas verdades e reconhecendo sua importância e seus limites.

O contato entre culturas: o conceito de hibridismo e a cultura escolar

Nenhuma cultura é isolada. Os sistemas culturais estão em contato um com o outro, o que provoca sua transformação e diferenciação em sistemas híbridos. O pluralismo cultural supõe a multiplicação de distintas identidades, todas elas em contato entre si (Eagleton, 2005).

As fronteiras culturais podem ser vistas tanto como barreiras, obstáculos, locais de resistência, tanto como um lugar de encontro ou zona de contato. Tanto numa como noutra concepção, as culturas contíguas sofrem transformações e se apropriam de elementos da outra cultura, mas, no segundo caso, as regiões de fronteira muitas vezes desenvolvem uma cultura própria, claramente híbrida (Burke, 2004).

García Canclini (2008) propõe o conceito de hibridismo para investigar as contradições inerentes aos fenômenos que ocorrem nas fronteiras culturais, como, por exemplo, fusões artísticas, literárias e comunicacionais, processos interétnicos e de descolonização ou globalização.

Hibridismo também tem sido utilizado por alguns autores nos estudos sobre currículo para se entender as nuances e variações locais das políticas educacionais. Discursos híbridos são produzidos nos processos de recontextualização que ocorrem nas negociações resultantes das políticas de currículos (Lopes, 2005). Assim, quando os múltiplos textos de apoio ao trabalho de ensino se modificam nos contextos disciplinares, submetidos às regras de recontextualização do discurso pedagógico, o resultado é a criação de práticas culturais específicas e originais que configuram a cultura escolar.

Na constituição do que circula pela escola, da elaboração dos saberes escolares e até mesmo nas políticas públicas voltadas para a educação e ensino, estão envolvidos vários sistemas culturais em interação, produzindo uma tensão de forças que acabam por criar um sistema escolar característico, novo, original, mas híbrido, heterogêneo. Esse sistema, então, é resultado de um processo de hibridização entre a forma e gramática escolar (relação pedagógica entre professor e aluno; fragmentação do tempo e espaço, constituição das disciplinas escolares, formas de avaliação) que representam a tradição, a invariância, por um lado, e o que se espera de uma escola que acompanha as transformações sociais, o dever, por outro.

Se a escola, então, se constitui na hibridização com outros sistemas culturais, como a ciência, a família, o mercado, a religião, a política etc., o mesmo se dá com a cultura científica. O nosso interesse está justamente na zona de contato entre a cultura escolar e a cultura científica.

Linguagem, argumentação e o ensino de ciências

Geertz (1989) revoluciona o conceito de cultura nos anos 70 defendendo sua abordagem semiótica e esgarçando a oposição “behaviorista” —que enxerga a cultura como uma conduta padronizada— versus “idealista” —cultura como estado da mente—. Investigar uma cultura com sucesso é conseguir nos situarmos nela, é conseguir conversarmos com o outro (e não nos tornarmos “ele” ou “como ele”). É ter acesso aos valores, linguagens, símbolos, artefatos no fluxo da ação social na qual ganham significado. E os significados não estão acabados nem são imutáveis, não têm fronteiras fixas e delimitadas, mas são forjados e transformados nas práticas sociais por sujeitos que trocam atos de fala e, portanto, agem linguisticamente no mundo.

Nessa concepção, o ser humano é um ser que age, e age sobre o mundo; portanto, o consenso entre os indivíduos deve se dar a partir de algo no mundo pela linguagem.

A linguagem, para Habermas (2004), então, teria duas funções: uma representativa, quando o falante deseja comunicar algo com o objetivo que o ouvinte compartilhe suas concepções e opiniões, e isso só é possível quando o destinatário aceita como verdadeira a asserção; e outra comunicativa, compreendemos uma proposição quando sabemos qual é o caso em que ela é verdadeira. Para isso, o interlocutor deve reconhecer as condições que permitem interpretar se uma proposição é verdadeira ou falsa. E para uma proposição ser considerada verdadeira, ela precisa ser justificada racionalmente. Isso significa que só podemos compreender uma afirmação em relação às condições de seu

emprego em enunciações racionalmente aceitáveis. A objetividade do conhecimento não provém de uma certeza privada de um sujeito, mas da prática pública da justificação, encarnada na práxis da argumentação.

Decorre daí o conceito de agir comunicativo a partir da ação comunicativa, em contraposição ao agir estratégico. No agir comunicativo, os envolvidos entram num acordo, pois aceitam as pretensões de validade daquele enunciado pelas mesmas razões. Essa pretensão de validade está diretamente relacionada aos fatos do mundo. Uma proposição pode estar bem fundamentada segundo mecanismos argumentativos racionais e mesmo assim ser falsa ao não obter sucesso em relação aos resultados práticos da experiência. A referência dada pelo mundo objetivo pode problematizar pretensões de validade no nível discursivo que devem ser retraduzidas em verdades que orientam a ação. Por meio da ação comunicativa, as verdades são compartilhadas por indivíduos que se reúnem em grupos com fronteiras identificáveis formando comunidades comunicacionais.

Já no agir estratégico, o ato de fala está orientado para o êxito, para a intervenção eficaz no mundo empírico. Não gera o acordo ou entendimento mútuo, a força argumentativa e consensual da linguagem não é utilizada, não são aduzidas razões, vale a influência dos atores uns sobre os outros.

Habermas (2012) sugere que três tipos de mundos podem ser distinguidos: o mundo objetivo, o mundo social e o mundo subjetivo. O primeiro se refere aos aspectos do mundo físico, onde o sucesso das atividades envolvidas depende de representações pertinentes dos parâmetros do ambiente. O segundo se refere aos signos envolvidos na organização da atividade, nas modalidades convencionais de cooperação interindividual. O terceiro se refere aos conhecimentos coletivos acumulados sobre as características particulares de cada um dos indivíduos envolvidos em uma atividade.

Como os conhecimentos derivados de cada um desses mundos representados surgem a partir de uma atividade, eles são construções sociais e como uma atividade só se organiza a partir da cooperação e negociação entre indivíduos, o mundo social regula as modalidades de acesso desses aos objetos do meio, condicionando dessa forma a estruturação do mundo objetivo e subjetivo, por meio da ação comunicativa.

Ao estender o raciocínio acima para a relação entre culturas diferentes, podemos imaginar que o mundo social da cultura na qual o indivíduo faz parte, além de regular os mundos objetivo e subjetivo de sua própria cultura, também regula o acesso aos mundos de outra cultura. Um indivíduo olha para outro indivíduo de cultura diferente com os óculos construídos pelas representações da esfera que participa.

Na especificidade das hibridizações entre cultura escolar e cultura científica, levantamos então a seguinte hipótese de trabalho: a cultura escolar regula as modalidades de acesso dos indivíduos aos objetos da cultura científica¹. O aluno é parte integrante da cultura escolar, portanto, está sujeito às regras, linguagens e representações desse campo (que foram construídas historicamente e transformadas na hibridização com outras culturas). Ele só pode ver as outras formas de organização da sociedade desse lugar que ocupa e isso terá uma forte influência no aprendizado dos conteúdos específicos das disciplinas escolares.

O papel da argumentação nesse processo de regulação e contato entre essas duas esferas é muito importante. Além da prática da argumentação constituir comunidades comunicacionais, o engajamento no debate de afirmações contraditórias ou opostas (argumento enquanto processo) ou a justificação de uma afirmação por meio da construção de uma linha de raciocínio (argumento enquanto produto) fazem parte de todas as esferas de atividade humana e são capacidades centrais para o cultivo do pensamento crítico (Kuhn, 1993).

Na constituição da cultura científica, a argumentação se tornou uma atividade central, presente em várias de suas etapas e em diferentes níveis de complexidade: na mente do cientista, ao elaborar um desenho experimental ou interpretar dados; no interior de grupos de pesquisa, quando direções alternativas para programas de investigação são consideradas; na comunidade científica mais ampla, a partir das interações entre posições diferentes expostas em conferências ou publicações; e, finalmente, no domínio público, no qual os cientistas de um campo em litígio explicitam suas teorias rivais na mídia (Driver et al., 2000).

Nesse sentido, investigar quais são as características do argumento quando enunciado na cultura científica e quando enunciado na cultura escolar se torna relevante para compreendermos as relações entre essas diferentes culturas e seus processos de hibridização.

Metodologia

Para a investigação das características dos argumentos em textos científicos, foram tomados como objeto de análise dois textos originais: Hershey e Chase (1952) e Avery, MacLeod e McCarty (1944). Uma das razões para a escolha desses textos se refere à importância desses artigos no estabelecimento de um dos paradigmas centrais das ciências biológicas: o de que o DNA é a molécula portadora das informações hereditárias dos seres vivos. A outra está relacionada com

a presença do tema hereditariedade nos cursos de biologia dos currículos da educação básica no Brasil.

Para a investigação das características dos argumentos quando enunciados na cultura escolar, foram analisadas respostas de alunos de uma escola pública de São Paulo para a questão: “Por que as conclusões dos experimentos 1 e 2 (que o DNA é o princípio transformante em bactérias e que o DNA de vírus penetra em bactérias) permitem afirmar que o DNA é o portador das informações hereditárias?”. A questão foi proposta após uma sequência de aulas em que foi trabalhada a identificação do DNA como sendo o material portador das informações hereditárias a partir da discussão de aspectos históricos: o experimento da transformação bacteriana de Griffith (1928), que Avery e colaboradores conseguiram realizar *in vitro* (1944); e, o experimento de Hershey e Chase (1952) sobre a ação de vírus bacteriófago ao infectar bactérias.

Uma amostra de dez alunos foi escolhida de um universo de sessenta estudantes do 3º ano do Ensino Médio divididos em duas turmas de trinta alunos. Essa amostra foi selecionada de maneira aleatória e os alunos foram designados pelos números de 1 a 10.

Usou-se o padrão do argumento de Toulmin (2006) e as marcas linguísticas de Koch (2000) para identificar elementos dos argumentos e suas relações.

Para Toulmin (2006), o conjunto entre afirmação e os dados que a apoiam constitui um argumento. O passo que autoriza o estabelecimento de uma “afirmação” a partir dos “dados” é chamado de “garantia”. A garantia é a informação a partir da qual argumentamos. Ela somente será válida em virtude de certos fatos, observações, experimentos, leis e conhecimentos mediante os quais foram estabelecidas. As garantias têm avais que permitem sua formulação, “apoios” que a tornam aceitáveis. As garantias possuem “qualificadores modais” que emprestam força às conclusões – termos como certamente, presumivelmente, provavelmente, necessariamente, além de circunstâncias excepcionais que, em casos específicos, podem ser “refutadas”.

Quando a conclusão não apresenta ganho significativo de informação com relação à garantia, o argumento é considerado “analítico”. Neles, a conclusão é resultado óbvio dos dados e da garantia, como se apenas o embaralhamento das premissas fosse suficiente para se chegar à conclusão. Toulmin afirma que esse tipo de argumento é raro na prática cotidiana e os distingue de argumentos “substanciais”. Nestes, o argumento nunca é tautológico e as informações que permitem passar dos dados à conclusão são relevantes.

Complementamos a análise considerando as marcas linguísticas de Koch (2000), que servem como pistas da significação do texto importantes para produzir a sua compreensão e, portanto a comunicação.

1 É claro que a cultura escolar não é a única forma de regular o acesso à cultura científica, mas é uma forma privilegiada, por meio do ensino das disciplinas científicas.

Identificá-las e compreendê-las faz parte do desenvolvimento de uma competência textual e comunicativa do indivíduo. Para nosso trabalho, as seguintes marcas linguísticas servirão para tornar evidentes as características do argumento: os “tempos verbais” do discurso (que podem ser do grupo I – referente ao presente e/ou futuro e que indica a implicação direta dos interlocutores na situação comunicativa ou do grupo II – referente ao passado e que indica eventos distantes dos interlocutores); as “modalidades do discurso” (que revelam as atitudes dos locutores perante o que dizem. Podem ser *aléticas* – valor de verdade; *epistêmicas* – valor de conhecimento; ou *quantificadoras*); os “operadores argumentativos” (têm a função de orientar o interlocutor para determinada conclusão. Ex.: *e, ou, se...então, mas*); as “relações interfrásticas” (de *conjunção – e*; de *disjunção – ou* e de *condicionalidade – se...então*) e a “seleção lexical” (escolha do vocabulário e uso do *plural* ou do *singular*).

Aproximações e distanciamentos entre os textos dos cientistas e dos alunos

No texto dos cientistas analisados, predominam tempos verbais do grupo I (presente), utilizados quando os autores se referem ao próprio trabalho para explicar algum resultado e/ou realizar alguma inferência/generalização. Tempos verbais do grupo II (passado) são utilizados para a referência a outros experimentos ou a resultados específicos. Apesar de a professora fazer uso do presente do indicativo para elaborar a questão, tempos verbais do passado predominam nos textos dos alunos. Não foram eles que realizaram os experimentos, mas os alunos reelaboram uma história que ouviram e tiveram a oportunidade de discutir em sala de aula.

Os experimentos de Avery e Hershey-Chase, uma vez que buscam identificar a molécula responsável por determinados processos, fazem parte de um corpo de conhecimentos na biologia resultado de respostas a perguntas do tipo “Como?” e, por isso, estão situados no campo da biologia funcional (Mayr, 2008, p. 226). Os cientistas não estão preocupados, nesse momento, em responder por que a transformação bacteriana acontece ou qual é o papel do DNA na replicação do vírus. O objetivo é identificar a natureza da molécula que é transportada de bactéria em bactéria num experimento e de vírus para bactéria em outro.

Mesmo assim, esse conteúdo é transformado em uma narrativa histórica pela professora como estratégia pedagógica para que os alunos atinjam os objetivos de compreender que o DNA é a molécula responsável pelas informações hereditárias e compreender que essa é uma noção relativamente recente na história da biologia e que, para se chegar a ela, o percurso envolveu várias etapas e várias personagens. A inserção da perspectiva histórica é uma maneira de fazer o estudante perceber por que a ciência segue determinado paradigma. Por que, atualmente, se acredita que o DNA é o portador das informações hereditárias? Ao responder perguntas do tipo “Por quê?”, a atividade científica adquire um caráter de narrativa histórica (Mayr, 2008).

A escolha dos tempos verbais pelos autores dos textos (cientistas e alunos) revela a recontextualização da biologia funcional para uma narrativa histórica, evidenciando as transformações pelas quais a primeira sofre ao entrar no domínio da cultura escolar².

2 O que queremos dizer aqui é que a biologia funcional, na cultura escolar, se torna uma narrativa histórica, mas nunca irá se tornar uma biologia histórica, parte da cultura científica com seus objetos e metodologias próprios. Apenas tomamos emprestado o conceito de narrativa histórica tal como exposto em Mayr (2008).

Se o tempo passado é indicativo da transformação da biologia funcional em narrativa histórica, a utilização do tempo presente pelos alunos mostra a tentativa de realizar a generalização solicitada pela questão. Apenas o aluno 2 constrói todo o seu texto no passado. Os outros alunos usam o passado nas conclusões que afirmam os resultados dos experimentos dos cientistas, enquanto que as conclusões mais gerais são enunciadas no presente. A generalização também faz parte do discurso dos cientistas; no entanto, no seu texto, eles usam o presente para afirmar aquelas conclusões que são elaboradas no passado pelos alunos. Ao estabelecerem a garantia para a conclusão mais geral de que o DNA é o portador das informações hereditárias, os alunos utilizam o passado.

Para nós, isso indica claramente a hibridização entre o mundo narrado da cultura científica e o mundo comentado da sala de aula de biologia. Enquanto que o tempo passado revela um mundo distante dos alunos —o de experimentos complexos realizados há décadas atrás, parte de uma cultura da qual o estudante não participa—, os seus resultados, o seu conteúdo, são importantes para a realização da generalização proposta pela atividade, são importantes para a exigência imediata que os implica diretamente.

Além disso, acreditamos que o fato de os alunos transitarem pelos tempos verbais dessa maneira pode ser um dos indicativos de que os alunos compreenderam aquilo que a professora pretendia ensinar. Eles deram um sentido aos relatos da história da ciência, não só relacionando-os com a afirmação categórica da professora, mas apresentando justificativas/garantias.

A narrativa histórica construída pelos alunos apresentou como sujeito, principalmente, o DNA, o reagente, o fósforo radioativo, as bactérias, ou seja, o sujeito das frases construídas pelos alunos são as substâncias utilizadas nos experimentos. Já no texto dos cientistas, a não ser nas conclusões mais gerais, esse tipo de construção textual aparece em menor grau; mais frequente é a referência nominal a outros autores e o uso impessoal do próprio trabalho do autor como sujeito. A impessoalidade nos dois tipos de texto, portanto, são comuns, apesar de marcadas de forma diferenciada, evidenciando mais uma hibridização. Parece que essa amostra de alunos está, aos poucos, aplicando uma das características utilizadas no texto científico —no caso, a impessoalidade—, a um contexto específico.

Por outro lado, atribuir o DNA ou as substâncias como sujeitos das frases significa tomar um dado construído em laboratório como uma verdade. Apenas o aluno 8 diz que “o DNA do vírus foi visto dentro de uma bactéria” ou que “os cientistas viram”. Dizer isso é diferente de afirmar que “o DNA entrou”. Usar voz passiva e colocar os cientistas como sujeitos da oração indica a contextualização da narrativa, indica que o aluno circunscreveu os dados a um sujeito humano, real que consegue até ver o DNA.

Nas seções dos artigos científicos destinadas à análise dos resultados e à discussão, os autores modalizam seus resultados por meio de qualificadores quantitativos (por exemplo, quando Hershey-Chase afirmam que um resíduo de pelo menos 80% da proteína contendo enxofre permanece na superfície da célula) e mostram que o que estão perseguindo são substâncias radioativas que utilizaram para marcar o enxofre da proteína e o fósforo do DNA.

Apesar da relativização dos resultados na seção discussão, a conclusão é categórica na elaboração de um enunciado no presente do indicativo, novo sob o ponto de vista do conteúdo científico, mas analítico sob o ponto de vista da construção linguística. O que foi elaborado na relação de condicionalidade na seção discussão, na conclusão é reelaborado na

forma de conjunção. Na discussão é necessário ponderar sobre a possibilidade de a comunidade científica aceitar as evidências como verdadeiras, enquanto que a conclusão trata as evidências como aceitas.

Há, portanto, um deslizamento de uma modalidade a outra nos textos científicos: do discurso tolerante ou polêmico ao discurso autoritário; entre a dimensão do crer e a dimensão do saber. Apesar da visão do provisório em ciência, alguns aspectos são tomados como verdade para se poder avançar, o que é compatível com a idéia de Latour (2000) de que não há racionalidade pura nos textos científicos e que eles são impregnados de retórica, de intenção de persuasão de seus leitores, representantes da comunidade científica.

Já nos textos dos alunos é mais comum o uso da relação de conjunção, o que é coerente com o fato de a sequência didática discutir apenas os resultados dos experimentos dos cientistas e de a questão elaborada pela professora fazer uso dessa relação.

A modalidade epistêmica também aparece somente na discussão dos resultados nos textos dos cientistas. Ao analisar o conteúdo a que se referem, percebemos que o que está em jogo na discussão é algo que necessita ser reiteradamente testado, que solicita o diálogo com outros cientistas e, portanto, só pode ser compreendido e verificado por quem faz ciência.

No artigo de Avery e outros autores (1944), por exemplo, a proporção entre nitrogênio e fósforo presentes em várias amostras de princípio transformante é calculada e comparada com o esperado para a partícula do sal desoxirribonucléico. A partir disso, a equipe trabalhou com a crença de que o princípio transformante era o DNA, mesmo afirmando que não era possível estabelecer que a substância isolada fosse uma entidade química pura. Foi somente em 1952 que o seu grupo conseguiu amostras mais purificadas e pôde refazer seus experimentos, obtendo resultados semelhantes. Na página 153, os autores admitem que “muitas fases do problema da transformação requerem posterior estudo e muitas questões permanecem sem respostas principalmente por conta de dificuldades técnicas”. E quem resolverá ou minimizará essas dificuldades técnicas senão a própria comunidade científica? Para repetir, contestar ou reafirmar os resultados desses experimentos é necessário ter todo o aparato tecnológico que possibilita sua realização. Portanto, a modalização epistêmica é direcionada para os próprios praticantes da cultura científica.

Quando recontextualizadas para a cultura escolar, mesmo num âmbito no qual a história e filosofia da ciência estejam inseridas no ensino das disciplinas científicas, os problemas levantados nas discussões dos experimentos dos casos analisados não são transpostos para a sala de aula de biologia. As partes desses textos científicos que foram selecionadas são,

justamente, as que usam a modalidade alética e se referem à conclusão elaborada pelos cientistas a partir dos resultados de seus experimentos.

Os cientistas também se utilizam da modalidade alética, que confere valor de verdade, por meio de termos como “descoberta”, “provar”. Parece que, na cultura escolar, as escolhas do que ensinar e a compreensão do aluno estão mais relacionadas com a aplicação dessas palavras do que com as palavras relacionadas com o eixo epistêmico.

Por outro lado, dois alunos utilizaram o qualificador “provavelmente”, que classificamos como parte do eixo epistêmico. Isso pode indicar que é possível a modalização epistêmica pelos alunos, mas num nível diferente do praticado pelos cientistas. Aqui, os alunos apresentam uma visão de ciência mais ampla, mais ligada à interpretação dos cientistas (os alunos dizem que o resultado do experimento “levou os cientistas a pensarem...”) ao invés de modalizar o resultado específico de um experimento devido a questões de ordem técnica.

Na zona de hibridização entre cultura científica e escolar, portanto, estão presentes as modalidades epistêmicas e aléticas, porém, num grau e caráter diferentes das mesmas modalidades que não estão nessa zona de fronteira, mas sim restritas aos praticantes de cada cultura. Isto é, restrito à esfera da ciência está uma modalidade epistêmica que não está acessível para quem não pertence a esse mundo, mas a visão de ciência como provisória, passível de erros, como atividade humana e social, permite o diálogo e a compreensão entre os discursos de um cientista e um não-cientista. De maneira análoga, há significados que podem ser compartilhados entre os indivíduos cientistas e os não-cientistas sobre os termos “descoberta, prova, fato”, mesmo que eles não signifiquem sempre a mesma coisa quando utilizados em cada esfera.

É significativo o fato de, na maior parte dos textos dos alunos, encontrarmos tanto o singular como o plural para se referirem aos seres vivos, quando no texto dos cientistas somente há a utilização do plural pelo simples fato de os experimentos serem todos realizados com amostras de seres vivos.

A transformação da ideia de amostra para somente um indivíduo é muito frequente nas representações dos experimentos científicos. Em livros didáticos (Amabis & Martho, 2004, p. 136), o experimento da transformação bacteriana de Griffith é representado com ilustrações de quatro camundongos, cada qual recebendo uma injeção de bactérias. No livro, a palavra bactéria é utilizada frequentemente no singular. A professora fez a mesma representação na lousa (com somente um camundongo para cada amostra de bactérias) e, na questão proposta, também fez uso do singular para se referir às bactérias e aos vírus. As ações

da professora e o material didático não contribuíram para que os alunos pudessem compreender a importância desse conceito.

Talvez isso não comprometa o entendimento do tópico específico estudado (DNA como portador das informações hereditárias). Mas, pensando em um currículo integrado e dada a centralidade dessa ideia em biologia (Mayr, 2008), é necessário que os materiais didáticos e os professores de biologia estejam mais atentos à utilização do singular para promover uma melhor compreensão tanto dos procedimentos experimentais da biologia funcional que na maior parte das vezes trabalham por amostragem, quanto do conceito de biopopulação e da sua importância para a biologia histórica.

Os cientistas estabelecem garantias a partir de resultados parciais que serão utilizadas no argumento mais geral que querem demonstrar. Os textos dos alunos também apresentam essa dinâmica, sendo o conteúdo das garantias estabelecidas, de uma maneira geral, relativo aos resultados finais dos experimentos dos cientistas; quer dizer, os alunos estabelecem garantias com base nos argumentos dos cientistas que usam garantias.

Da mesma maneira, tanto cientistas quanto alunos elaboram argumentos analíticos e argumentos substanciais. Esse dado é interessante, já que para Toulmin (2006) argumentos analíticos deveriam estar mais restritos ao âmbito da lógica, não sendo comuns na linguagem ordinária.

Discussão

A análise do contexto de produção dos artigos científicos sugeriu a ideia de que há níveis diferentes de produção científica com características específicas. Em um primeiro momento, há a produção de artigos científicos que, como os analisados aqui, demonstram resultados para questões mais específicas. No caso do presente trabalho, o artigo de Avery demonstrou que a substância responsável pela transformação bacteriana era o DNA e o experimento de Hershey-Chase concluiu que o DNA tem alguma função na reprodução de vírus bacteriófagos T2. Em um segundo momento, a comunidade científica relaciona esses resultados e faz uma generalização para a função do DNA como portador das informações hereditárias dos seres vivos.

Qual dessas etapas é acessível aos indivíduos que circulam pela cultura escolar? Apesar de nossa busca não ter tido o aprofundamento de um estudo histórico, não encontramos a alegação geral de que o DNA é o portador das informações hereditárias em nenhum artigo científico; no entanto, ela foi enunciada em veículos de divulgação científica —por exemplo, pelos pesquisadores da Oregon State University que sustentam a página na Internet Linus Pauling and the race for DNA³ e no livro *DNA: o segredo da vida* de um dos criadores do modelo, atualmente aceito, da molécula de DNA, James D. Watson (2005). Este relata que, após a apresentação dos resultados de Hershey-Chase em um congresso, houve uma mudança de foco das investigações em proteínas como responsáveis pela herança para o DNA.

Assim, para que o público leigo tivesse acesso a essa alegação geral, foi necessária a sua elaboração e revisão no âmbito da ciência. Somente depois que os cientistas assumiram essa hipótese como uma verdade é que ela pôde escapar das fronteiras da cultura científica e sofrer recontextualizações em outras esferas como a escolar, produzindo discursos híbridos.

3 Pode se ver <http://osulibrary.orst.edu/specialcollections/coll/pauling/dna/>

Neste caso, o que está na zona de fronteira entre cultura escolar e científica são as verdades científicas. O caminho para o indivíduo acessar essas verdades se ele fizer parte da ciência é diferente do caminho percorrido pelos indivíduos participantes da cultura escolar. Para elaborarem a alegação que focamos neste trabalho, os cientistas fizeram experimentos científicos e os comunicaram por meio de textos em que predominam os argumentos analíticos nos quais a obtenção dos dados é valorizada e nos procedimentos experimentais estão implícitas garantias e conhecimentos básicos compartilhados pela comunidade científica. O conjunto desses dados é transformado em fatos que proporcionam o estabelecimento de deduções.

Esses textos funcionam, então, muito mais com uma “demonstração” e não como uma “argumentação”, na acepção de Perelman e Olbrechts-Tyteca (2005, pp. 15-17). Na demonstração, é instaurado um distanciamento da influência do tempo e do auditório, o que confere objetividade ao discurso e impõe verdades válidas universalmente. Isso é refletido nas marcas linguísticas utilizadas pelos locutores. No caso dos textos científicos analisados aqui, o recurso ao tempo verbal presente, principalmente realizando asserções gerais, assim como o uso predominante da 3ª pessoa como sujeito das orações é indicativo dessa tentativa de transformar resultados em fatos. O recurso à modalidade alética também cumpre essa função.

Já na cultura escolar, na situação de ensino analisada nesta pesquisa, a professora partiu das alegações gerais e solicitou aos alunos que justificassem as relações, ou seja, que explicitassem as garantias que justificam as relações entre dado e conclusão, em outras palavras, que elaborassem argumentos substanciais. Os argumentos analíticos elaborados pelos alunos se referem às afirmações mais gerais, que respondem diretamente à questão da professora, nos quais todos os argumentos estabelecidos anteriormente funcionam como dados e garantias.

Quando se faz parte de uma comunidade comunicacional, alguns passos entre os dados e as conclusões não precisam ser testados e/ou explicitados. No entanto, na escola, os alunos são avaliados justamente pela compreensão que apresentam desses passos, por isso sua explicitação de maneira adequada é exigida.

Não estamos sugerindo que há uma simples oposição entre o tipo de argumento que se produz em ciência e o que se produz na escola. Os nossos dados só nos permitem afirmar que encontramos a predominância de argumentos analíticos em dois artigos científicos fundamentais para o estabelecimento de uma verdade científica. É provável, e acreditamos nisso, que exista uma diversidade de tipos de textos científicos e, talvez, em certas áreas argumentos substantivos sejam mais comuns.

A literatura em pesquisa em ensino de ciências valoriza a elaboração de argumentos substantivos por parte dos alunos. Jiménez-Aleixandre e Díaz de Bustamante (2003), por exemplo, realizam a sua análise somente com aqueles argumentos considerados substanciais, ou seja, que requeiram um conhecimento do conteúdo, que respondem o problema proposto em sala de aula. Foi o que fizemos neste trabalho; para o texto do aluno ser considerado uma amostra de pesquisa, tinha que apresentar pelo menos um argumento substantivo. Mesmo assim, os alunos transitaram entre argumentos substantivos e analíticos e, em vários deles, o argumento que respondia à questão proposta da professora era analítico.

Além disso, a distinção entre argumento que usa garantia e argumento que estabelece garantia também nos permite tecer considerações acerca das hibridizações entre as culturas escolar e científica. O fato de os alunos estabelecerem garantias com base nos argumentos dos cientistas

que usam garantias revela as transformações que os argumentos sofrem ao serem enunciados por indivíduos que circulam por esferas diferentes. O mesmo conteúdo, a mesma frase pode apresentar uma função diferenciada no argumento de acordo com o locutor e com a situação de enunciação. O que é dado para o cientista, se torna conclusão para o aluno; o que é conclusão para o cientista, é tomado como garantia para o aluno.

As “verdades” científicas da zona de hibridização podem conviver com visões de ciências que levam em consideração o processo de construção dessas verdades, a noção de que elas podem ser provisórias e passíveis de testes, enfim, o caráter humano e falível do conhecimento científico avaliado em relação à sua meta e ao grau de sucesso obtido nas explicações a que se propõe. Enquanto as verdades são expressas por meio da modalidade alética, a visão de ciência pode ser expressa pela modalidade epistêmica. Verificamos na análise de nossos dados que na zona de fronteira entre essas duas esferas estão presentes os dois tipos de modalidades, mas há aspectos delas que são restritos aos praticantes de cada cultura.

Assim, sugerimos que a modalidade alética estará presente no ponto de chegada das verdades científicas; por outro lado, no processo de construção dos argumentos substantivos, o aluno poderá usar como recurso a modalidade epistêmica, por exemplo, em discussões em pequenos grupos, negociando o significado de cada termo, ou mesmo expressando uma determinada visão de ciência.

A prática e a linguagem científicas estão, por sua vez, impregnadas pela modalidade alética. Encontramos nos artigos dos cientistas as palavras “fato, descoberta, provar”, termos que revelam uma concepção de ciência universal, espelho da realidade. Os cientistas têm que usar de sua habilidade retórica para convencer a comunidade científica de seus resultados, além de considerar certos resultados como verdades para poder avançar. Talvez essas palavras não tenham o mesmo significado quando enunciadas em outra esfera, mas na escola o seu uso permite que elas adquiram tons híbridos e que, na negociação, significados sejam compartilhados entre professores e alunos de tal maneira que seja possível a esses atores dialogar com os cientistas.

Essas considerações mostram um distanciamento e ao mesmo tempo uma aproximação entre cultura escolar e científica. Os conteúdos ensinados na escola constituem um saber deslocado de sua origem. Esse fato pode gerar um esvaziamento de sentido dos conteúdos. Um tratamento didático apropriado é a utilização da história e da filosofia da ciência para contextualizar os problemas, os temas e conteúdos, suas origens e as tentativas de solução que levaram à proposição de modelos teóricos, a fim de que o aluno tenha noção de que houve um caminho percorrido para se chegar a esse saber. Há, então, uma contextualização, que é próprio do processo de ensino da escola. Mesmo assim, pudemos verificar na nossa análise a complexidade, os deslizamentos entre as modalidades, as idiosincrasias desse percurso.

Ao inserir a história da ciência no currículo, a professora fornece para os estudantes os dados e as conclusões na forma de uma narrativa histórica que tem certos personagens, cenários, objetos que geram paixões (no caso, proteínas e DNA) e mortes (de camundongos e bactérias). O uso do tempo verbal passado pelos alunos em seus textos revela a transformação da biologia funcional em narrativa histórica. A ciência é compreendida pelo estudante com o filtro imposto pelas regras, objetivos, linguagens da cultura escolar. É esperado que essa recontextualização produzisse efeitos

no modo como os alunos enxergam a ciência ou a compreendem. No nosso ponto de vista, deveria ser esperado que a compreensão da linguagem e do conteúdo ensinado permitisse ao indivíduo dialogar com os cientistas, independentemente de haver concordância entre eles, mas que seja possível ao aluno compartilhar alguns significados. Para isso, ele deve ser autor de suas palavras, autor de suas relações.

Quando um aluno diz que determinado resultado “levou os cientistas a pensarem”, ele mostra que compreendeu uma parte da narrativa, relativa ao processo que levou os cientistas a acreditarem naquela alegação. Outro aluno, que não usou essa modalidade epistêmica (quase todos da nossa pequena amostra), e diz que a partir de tal resultado “conclui-se”, compreendeu outra parte da narrativa, relativa às conexões necessárias para se enunciar uma verdade já aceita pela comunidade científica.

Assim, mesmo que o aluno tome como verdade certos aspectos do conhecimento científico, a autoria do seu discurso mostra que a compreensão daquele conteúdo aconteceu. E isso é condição para que se estabeleça o diálogo entre uma esfera de atividade humana e outra.

No entanto, consideramos desejável que a modalidade epistêmica esteja mais presente na produção de textos dos alunos, o que nossos dados demonstram não ser frequente. Pode ser difícil articular a intenção de compreensão de “verdades” científicas a uma visão de ciência que discuta a produção dessas verdades.

Neste trabalho, procuramos tecer considerações sobre as aproximações e distanciamentos entre cultura escolar e científica, o que evidencia processos de hibridização entre essas duas esferas de atividade humana, estabelecendo o foco no modo como a cultura escolar regula os acessos dos estudantes aos objetos da cultura científica.

As verdades científicas são as alegações transformadas em conceitos e modelos teóricos aceitos pela comunidade científica e que frequentemente são tomadas como fatos ou verdades pelos próprios cientistas. Algumas delas podem servir como ponto de chegada para o processo de ensino que pode se servir de inúmeros instrumentos e estratégias para proporcionar aos estudantes formas de chegar a esse ponto. Uma maneira de enriquecer o percurso dos alunos no seu processo de compreensão dessas verdades é permitir o confronto entre várias visões da ciência e a limitação do poder explicativo dessas verdades, para que o aluno construa a sua própria visão de mundo e possa tomar as suas decisões.

Compreender esses aspectos é importante para que o indivíduo entenda porque essa é uma construção humana valorizada na sociedade ao mesmo tempo em que percebe os seus limites.

Assim, com relação aos objetivos do ensino de ciências elencados pela OCDE (2000) avaliamos que os “processos científicos ou habilidades, conceitos e conteúdos” do domínio da ciência são regulados pelo funcionamento da disciplina escolar e seus objetivos, que por sua vez sofre influências do que é considerado verdade naquele momento pela comunidade científica. Com relação “ao entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente”, ou seja, ao contexto no qual a ciência é produzida, está em jogo a compreensão do que está na borda da cultura científica, na sua interação com outras esferas.

Por tudo isso, o ensino de ciências deve ser visto como um processo de construção de uma visão idiossincrática de ciência que envolva a compreensão dos conceitos e da linguagem de um “outro” para que se possa dialogar com ele.

Sobre as autoras

Daniela Lopes-Scarpa é docente do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas; é orientadora dos Programas de Pós-graduação em Ecologia e Interunidades em Ensino das Ciências. Trabalha nas seguintes linhas de pesquisa: Alfabetização Científica, Ensino de Biologia por Pesquisa, Argumentação em Ensino das Ciências e Formação de Professores.

Silvia Luzia Frateschi-Trivelato é docente da Universidade de São Paulo nos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas e Pedagogia, na área de Metodologia de Ensino; é orientadora dos Programas de pós-graduação em Educação e Interunidades em Ensino das Ciências, na área de Ensino de Biologia. Trabalha nas seguintes linhas de pesquisa: Alfabetização Científica, Ensino de Biologia por Pesquisa, Argumentação em Ensino das Ciências e Formação de Professores.

Referências

- Amabis, J. M. & Martho, G. R. (2004). *Biologia*. Vol. 3. São Paulo: Editora Moderna.
- Avery, O. T., MacLeod, C. M. & McCarty, M. (1944). Studies on the Chemical Nature of the Substance Inducing Transformation of Pneumococcal Types: Induction of Transformation by a Desoxyribonucleic Acid Fraction Isolated from Pneumococcus. *Journal of Experimental Medicine*, 79 (2), 137-158. Retirado de <http://osulibrary.oregonstate.edu/specialcollections/coll/pauling/dna/papers/avery.html>
- Bakhtin, M. (1986). *Marxismo e filosofia da linguagem*. 3a ed. São Paulo: Editora Hucitec.
- Bakhtin, M. (1998) *Questões de literatura e de estética: a teoria do romance*. 4a ed. São Paulo: Unesp, Hucitec.
- Burke, P. (2004). *O que é história cultural?* Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed.
- Carvalho, A. M. P. de. (2008). Enculturação científica: uma meta do ensino de ciências. Em C. Traversini, E. Eggert, E. Peres & I. Bonin (orgs.). *Trajetória e processos de ensinar e aprender: práticas e didáticas: livro 2*. Porto Alegre: EDIPUCRS.
- Chalmers, A. F. (1994). *A fabricação da ciência*. São Paulo: Unesp.
- De Certeau, M. (1995). *A cultura no plural*. Campinas: Papirus.
- Driver, R., Newton, P. & Osborne, J. (2000). Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms. *Science Education*, 84 (3), 287-312.
- Durham, E. R., & Ribeiro Thomaz, O. (2004). *A dinâmica da cultura: ensaios de Antropologia*. São Paulo: Cosac Naify Edições.
- Duschl, R. A. & Grandy, R. E. (eds.). (2008). *Teaching Scientific Inquiry: Recommendations for Research and Implementation*. Rotterdam: Sense publishers.
- Eagleton, T. (2005). *A idéia de cultura*. São Paulo: Unesp.
- El-Hani, C. N. & Mortimer, E. F. (2007). Multicultural Education, Pragmatism, and the Goals of Science Teaching. *Cultural Studies of Science Education*, 2 (3), 657-687.
- García-Canclini, N. (2008). *Culturas híbridas*. São Paulo: EDUSP.
- Geertz, C. (1989). *A interpretação das culturas*. Rio de Janeiro: LTC.
- Griffith, F. (1928). The Significance of Pneumococcal Types. *The Journal of Hygiene*, 27 (2), 113-159.
- Habermas, J. (2004). *Verdade e justificação: ensaios filosóficos*. São Paulo: Loyola.
- Habermas, J. (2012). *Teoria do agir comunicativo*. São Paulo: Martins Fontes.

- Hershey, A. D. & Chase, M. (1952). Independent Functions of Viral Protein and Nucleic Acid in Growth of Bacteriophage. *The Journal of General Physiology*, 36 (1), 39-56. Retirado de <http://www.jgp.org/cgi/reprint/36/1/39>
- Jiménez-Aleixandre, M. P. & Díaz de Bustamante, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las ciencias*, 21 (3), 359-370.
- Koch, I. G. V. (2000). *Argumentação e linguagem*. São Paulo: Cortez.
- Kuhn, D. (1993). Science as Argumentation: Implications for Teaching and Learning Scientific Thinking. *Science Education*, 7 (3), 319-337.
- Latour, B. (2000). *Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora*. São Paulo: Unesp.
- Laugksch, R. (2000). Scientific Literacy: A Conceptual Overview. *Science Education*, 84 (3), 71-94.
- Lopes, A. C. (2005) Política de currículo: recontextualização e hibridismo. *Currículo sem fronteiras*, 5 (2), 50-64.
- Marchezan, R. C. (2006). Diálogo. Em Brait, B. (ed.) *Bakhtin: outros conceitos-chave*. São Paulo: Contexto.
- Mayr, E. (2008). *Isto é biologia: a ciência do mundo vivo*. São Paulo: Companhia das Letras.
- Mortimer, E. F. (2000). *Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências*. Belo Horizonte: UFMG.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [OCDE]. (2000). *Measuring Students Knowledge and Skills: the PISA Assessment of Reading, Mathematical and Scientific Literacy*. Paris: OCDE.
- Perelman, C. & Olbrechts-Tyteca, L. (2005). *Tratado da argumentação: a nova retórica*. 6a ed. São Paulo: Martins Fontes.
- Roth, W-M. & Lawless, D. (2002). Science, Culture and the Emergence of Language. *Science Education*, 86 (3), 368-385.
- Toulmin, S. E. (2006). *Os usos do argumento*. 2a ed. São Paulo: Martins Fontes.
- Watson, J. D. (2005). *DNA: o segredo da vida*. São Paulo: Companhia das Letras.
- Williams, R. (2000). *Cultura*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Wittgenstein, L. (2008). *Investigações filosóficas*. Petrópolis: Vozes.
- Yore, L. D., Bisanz, G. L. & Hand, B. M. (2003). Examining the Literacy Component of Science Literacy: 25 Years of Language Arts and Science Research. *Internacional Journal of Science Education*, 25 (6), 689-725.