

A PRODUÇÃO DISCURSIVA EM AULAS DE CIÊNCIAS POR MEIO DA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA: O CASO DO USO DO DISCURSO DIRETO

The discursive production in science classes through the science communication: the case of the use of direct speech

Marcelo Giordan [giordan@usp.br]

Departamento de Metodologia do Ensino e Educação Comparada
Faculdade de Educação - Universidade de São Paulo
Av. da Universidade, 308, Cidade Universitária, São Paulo/SP –Brasil

Guilherme da Silva Lima [glima@ufop.edu.br]

Departamento de Física
Instituto de Ciências Exatas e Biológicas – Universidade Federal de Ouro Preto
Campus Morro do Cruzeiro, Ouro Preto/MG - Brasil

Resumo

Este trabalho apresenta uma investigação acerca do papel da divulgação científica na produção discursiva da cultura científica e tecnológica em sala de aula com o objetivo de compreender o uso do discurso direto pelo professor de Ciências em situações formais de ensino. O trabalho analisa um caso em que um professor de Ciências do 9º ano do Ensino Fundamental utiliza um livro de divulgação científica, “Bilhões e Bilhões”, de Carl Sagan, para explicar e contextualizar a notação científica em uma sequência didática que abordou o micro e o macrocosmo. O arcabouço teórico-metodológico se fundamentou nas contribuições de Bakhtin e do círculo. As análises foram baseadas numa abordagem qualitativa, que pode ser classificada como estudo de caso, selecionada a partir de um conjunto de sequências didáticas produzido em um curso de especialização em Ensino de Ciências. Os resultados indicaram uma produção enunciativa híbrida que aproximou esferas de criação ideológicas distintas (divulgação científica e educação científica) para contemplar um propósito específico que foi determinado pelo professor, além de um entrelaçamento diversificado entre o discurso de divulgação científica e o discurso científico escolar.

Palavras-Chave: Discurso citado; Divulgação científica; Ensino de Ciências; Heterodiscurso; Narrativa.

Abstract

This paper presents an investigation about the role of science communication in the discursive production of scientific and technological culture in the classroom. It aims to understand the use of direct speech by the science teacher in formal teaching situations. The work analyses a case in which a science teacher of 9th grade elementary school uses a book of science communication, Billions and Billions written by Carl Sagan, to explain and contextualize scientific notation in a didactic sequence about the micro and macrocosm. The theoretical-methodological framework was based on the contributions of Bakhtin and the circle. The analyzes were based on a qualitative approach, which can be classified as a case study, selected from a set of didactic sequences produced in a specialization course in Science Teaching. The results indicate a hybrid enunciative production that brought together distinct ideological spheres of creation (science communication and science education) to contemplate a specific purpose that was determined by the teacher, in addition to a diversified intertwining between the scientific dissemination discourse and the school scientific discourse.

Keywords: Quoted discourse; Science communication, Science teaching; Heteroglossia; Narrative.

INTRODUÇÃO

As situações de ensino são produzidas por diversos elementos, sujeitos, abordagens e métodos. Ainda que existam outros sujeitos que atuem na educação formal, o professor é o principal, e por isso, responsável por selecionar suportes, recursos e também por organizar o conteúdo de acordo com uma estratégia de ensino. Para tanto, frequentemente os professores usam suportes de divulgação científica (DC) para desenvolver conceitos e abordar aspectos da Cultura Científica e Tecnológica (CCT) (Lima & Giordan, 2017a).

O uso de suportes de DC em situações formais de ensino tem sido objeto de diversas pesquisas no campo da Educação Científica. O espectro desses trabalhos é vasto e contempla investigações acerca da presença da DC em livros didáticos (Nascimento, 2005; Souza & Rocha, 2017; 2018), da leitura da DC em situações formais de ensino (Almeida & Sorpreso, 2011; Correia & Sauerwein, 2017; Dias & Almeida, 2009), bem como os diversos suportes de DC e as diferentes formas de uso (Almeida & Giordan, 2016; Lima & Giordan, 2015; Lima & Giordan, 2017; Mota, Gontijo, & Oliveira, 2017; Pinto, 2009). Dentre as várias possibilidades de uso da DC em sala de aula, é comum na literatura a interpretação de que a DC seja utilizada para compor o discurso científico escolar, de modo que esse suporte possa contribuir com a formação dos estudantes na medida em que propicie uma interação com a Ciência de forma diferente dos tradicionais métodos e suportes educativos.

O uso da DC para a composição do discurso científico escolar pode ocorrer de diversas formas, inclusive pela incorporação das múltiplas atividades que promovem a comunicação pública da Ciência, tais como: reportagens, artigos, entrevistas, livros, visitas museais, programas televisivos, peças teatrais, filmes, desenhos, quadrinhos etc. Evidentemente a incorporação de cada modalidade de atividade possui suas especificidades e pode produzir situações de ensino com características diferentes.

Este trabalho está focado na investigação da produção discursiva em sala de aula. O discurso escolar é composto pelo encadeamento de enunciados produzidos por conjuntos de elementos que podem ser classificados, de modo geral, em verbais e não-verbais. De acordo com Bakhtin (2009), os elementos não-verbais são tão importantes na comunicação quanto os elementos verbais, uma vez que determinam as condições concretas de interação entre os sujeitos. Os elementos verbais são claramente as interações, seja pelo modo oral ou pelo escrito, entre os sujeitos participantes: professores, alunos e suportes que podem representar indivíduos ou vozes de determinado campo de conhecimento e grupos sociais. Em seu turno, os elementos não-verbais são constituídos pela organização social em sala de aula; pela historicidade das atividades; pelos motivos das atividades; pelos contextos envolvidos; pelos modos incorporados e imagéticos, dentre outros elementos de natureza sociocultural presentes nas atividades educativas.

Nesse sentido, o discurso escolar é composto tanto por enunciações provenientes das interações verbais entre os sujeitos quanto por elementos não-verbais que determinam as condições concretas das atividades de ensino. Nesse contexto, a DC quando usada na educação formal é interpretada como um elemento externo que, ao ser incorporado ao discurso científico escolar, agrega novos elementos verbais e não-verbais às situações produzidas em sala de aula. É importante destacar que a incorporação de suportes de diversas origens, como artigos de revistas, jornais, filmes, pode ser realizada pelos docentes de várias formas. Independentemente das formas de uso da DC, ao mobilizá-la em situações de ensino o professor promove a pluralidade discursiva, que é compreendida por Bakhtin e o Círculo como heterodiscurso (Bakhtin, 2015).

Baseados no conceito de heterodiscurso, o enunciado docente, quando composto por meio da DC (interpretação que pode ser utilizada para outros contextos da atuação do professor), é uma construção híbrida. Bakhtin (2015, p. 84) esclarece que são “Chamados de construção híbrida um enunciado que, por seus traços gramaticais (sintáticos) e composicionais, pertence a um falante, mas no qual estão de fato mesclados dois enunciados, duas maneiras discursivas, dois estilos, duas ‘linguagens’, dois universos semânticos e axiológicos”.

No caso abordado neste trabalho, a construção híbrida foi produzida pelo uso da DC na composição do discurso científico escolar no qual o professor é o autor de um enunciado composto por meio do uso do discurso alheio¹, o discurso de DC.

¹ Para fazer referência ao discurso alheio, Bakhtin/Volóchinov também usam o termo discurso citado.

Assim, este artigo está centrado na discussão e análise de relações discursivas produzidas em construções enunciativas híbridas, que articulam o discurso de DC com o discurso científico escolar. Considerando a variedade de formas que o discurso de DC pode ser incorporado em situações de ensino, este trabalho visa investigar a incorporação do discurso presente em um livro de DC no discurso científico escolar. Portanto, o objetivo deste trabalho é compreender o uso do discurso direto pelo professor de Ciências na produção discursiva em situações formais de ensino. Para tanto, a investigação foi pautada pelas contribuições teóricas propostas por Bakhtin e o Círculo, ao passo que as análises foram desenvolvidas com base em um estudo de caso. Também é apresentada uma discussão sobre CCT na direção de identificar os vínculos entre os processos comunicacionais e educativos e as práticas da CCT.

A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA NA ESCOLA

Suportes de DC frequentemente circulam nos ambientes escolares, por meio de revistas específicas, audiovisuais, livros ou hipertextos, além de fazerem parte do imaginário docente como ferramenta que pode contribuir nas atividades educativas (Lima & Giordan, 2017a). A presença da DC na escola pode ter diversas origens, a exemplo de políticas públicas de distribuição desses materiais; do estudante que leva esse suporte para mostrar aos colegas ou ao professor; além da possibilidade de o próprio professor utilizar a DC como ferramenta para o ensino e a aprendizagem.

Apesar da sua presença nas escolas, a DC nem sempre é produzida para circular em ambientes formais de ensino, uma vez que sua objetivação ocorre no âmbito da comunicação social. Mesmo considerando que a DC possa ter propósitos de ensino, as atividades que envolvem o consumo da DC são significativamente diferentes daquelas que fundamentam os processos educativos na escola. Pesquisadores do campo da educação científica reconhecem esse fato e, por isso, recomendam que o professor planeje o uso desse suporte para situações formais de ensino (Almeida & Giordan, 2016; Cunha, 2009; Rocha, 2012).

Quando o professor utiliza a DC em sala de aula, há um processo de apropriação dessa ferramenta cultural, no qual o docente transita entre atividades que podem se estender desde o consumo da DC até seu próprio uso em sala de aula, passando obrigatoriamente pelo planejamento (Lima & Giordan, 2018). Ao longo da realização de uma atividade, o professor atua sobre a DC e modifica suas funções sociais originais para contemplar prioritariamente objetivos educativos. Para isso, o educador define os propósitos de ensino para o uso dos suportes de DC e os insere em contextos que promovam o ensino e a aprendizagem (Lima & Giordan, 2017a). Ao transitar por atividades que envolvem o consumo da DC (o planejamento de ensino com a DC e o uso da DC em sala de aula) o professor mobiliza diferentes discursos que estão relacionados diretamente a essas atividades. Quando em sala de aula, esse trânsito pode propiciar produções enunciativas híbridas por meio do discurso citado.

Do ponto de vista discursivo, ao utilizar a DC em situações de ensino, o professor insere o discurso de DC dentro de outro discurso. De acordo com Bakhtin, os seres humanos se comunicam por meio de enunciados, que podem ser compreendidos como gêneros discursivos, devido à estabilidade temática, estilística e composicional, e que são classificados como gêneros discursivos primários e gêneros discursivos secundários (Bakhtin, 2006). Para esse autor, os gêneros primários são oriundos de situações de comunicação imediata entre os sujeitos, são gêneros simples fruto de “ideologias não formalizadas” (Rodrigues, 2004, p. 421). Os gêneros discursivos secundários, por sua vez, são produzidos em “condições de um convívio cultural mais complexo e relativamente muito desenvolvido e organizado (predominantemente escrito) – artístico, científico, sociopolítico etc.” (Bakhtin, 2006, p. 263). A produção dos gêneros secundários incorpora outros gêneros, sejam primários ou secundários. Ao usar a DC em situações de ensino o professor se apropria de um gênero do discurso secundário (discurso de divulgação científica²) inserindo-o no discurso científico escolarizado. Nesse processo, o professor faz da DC um instrumento de composição do discurso em sala de aula. Assim, o discurso de divulgação científica ganha uma função social dirigida à educação formal.

Importante ressaltar as contribuições da perspectiva histórico-cultural para compreendermos o uso da DC em sala de aula, não somente do ponto de vista discursivo, mas também como atividade. De acordo

² Este trabalho compartilha a interpretação de Grillo (2006a) que defende que a divulgação científica se manifesta por meio de diversos gêneros discursivos, conforme discutimos em Lima e Giordan (2021, no prelo).

com Vigotski (2000), o ser humano interage com a realidade por meio de instrumentos mediacionais. Duarte (1998, p. 106) esclarece que:

“Um instrumento é não apenas algo que o homem utiliza em sua ação, mas algo que passa a ter uma função que não possuía enquanto objeto estritamente natural, uma função cuja significação é dada pela atividade social. O instrumento é, portanto, um objeto que é transformado para servir a determinadas finalidades no interior da prática social. O homem cria novo significado para o objeto. Mas essa criação não se realiza de forma arbitrária. Em primeiro lugar porque o homem precisa conhecer a natureza do objeto para poder adequá-lo às suas finalidades. Ou seja, para que o objeto possa ser transformado e inserido na ‘lógica’ da atividade humana, é preciso que o homem se aproprie de sua ‘lógica’ natural”.

Acima, ao argumentar acerca da produção do instrumento pelo ser humano, Duarte se refere à apropriação da natureza pela espécie humana. Guardadas as devidas proporções, é possível ampliar essa reflexão à produção de novos instrumentos por meio da apropriação de ferramentas culturais. Podemos considerar que a vivência do sujeito em situações socialmente organizadas supõe a apropriação de meios de produção da sua cultura, o que é particularmente importante na educação científica, quando objetos da CCT são inseridos nas situações de ensino. Ao utilizar um suporte de DC, que inicialmente não foi produzido com propósitos educacionais, o professor se apropria de um objeto da CCT e reconfigura sua função social, dando novos significados a esse objeto.

Ao utilizar um livro de DC para promover uma atividade educativa, o professor não transforma os limites físicos desse suporte, embora se possa verificar uma alteração nos limites que determinam a interação dos sujeitos com esse suporte. Nesse caso, um instrumento que foi produzido para promover a comunicação, o entretenimento e a promoção da CCT, é utilizado em uma atividade de ensino que deverá se comprometer com os conteúdos da disciplina escolar e os propósitos de ensino, sob a coerção de elementos típicos da cultura escolar. Assim, a interação que os estudantes têm com esse suporte depende essencialmente do ambiente em que são usados, seja na escola, em casa ou em uma situação cotidiana, de lazer e leitura.

A produção do novo instrumento ocorre, segundo Duarte (1998), em meio a uma relação dialética entre a apropriação (do objeto existente) e a objetivação da atividade por meio do novo instrumento. Sendo assim, é impossível pensar os novos instrumentos, suas características e funções sociais alheias às condições concretas de realização das atividades que lhes deram origem, condição que ressalta a importância da investigação de suportes que não foram produzidos para a educação escolar, pois, em tese, será possível observar nuances dos processos de apropriação e objetivação que envolvem a atividade. Além disso, essa perspectiva nos coloca a possibilidade de analisar o uso da DC na dimensão de um instrumento que migra para a sala de aula, ambiente no qual a CCT está amalgamada à cultura escolar.

A partir da compreensão de que a utilização da DC em sala de aula altera sua função social e da consideração de que não há reformulação dos elementos textuais e imagéticos que compõem a DC, é pertinente interpretar o seu uso em situações de ensino como uma forma de apropriação do discurso alheio que é incorporado ao discurso científico escolar produzido pelos docentes. Para aprofundar essa interpretação, resumimos a seguir alguns conceitos propostos por Bakhtin e o Círculo.

O DISCURSO CITADO

Este trabalho se apoia nas contribuições de Bakhtin e do Círculo para interpretar situações de ensino formal. Vale ressaltar que embora os autores que compuseram o Círculo estivessem orientados por problemas de pesquisa vinculados especialmente às áreas de filosofia da linguagem, estudos literários e estética, suas propostas teórico-metodológicas podem contribuir para a pesquisa na Educação tal como já indicado por diversas investigações (Amorim, 2009; Brandist, 2016; Freitas, Bernardes, Pereira, & Pereira *et al.*, 2015; Matusov, 2009; Silva & Alves, 2013).

Quando se utiliza algum suporte de DC em sala de aula, as atividades discursivas passam a contar com um discurso dentro de outro discurso, fato que é compreendido por Bakhtin (2009) por meio dos conceitos dialogia e heterodiscurso. De acordo com Bakhtin, a dialogia é uma característica da linguagem e, por isso, toda e qualquer comunicação é necessariamente dialógica. O conceito indica que o enunciado é um dos elos da corrente da comunicação social: se por um lado outros enunciados o precedem, por outro ele corrobora

com a produção de novas enunciações (Bakhtin, 2009). O heterodiscurso é um fenômeno no qual a dialogia se manifesta na estrutura composicional do enunciado, sendo o enunciado composto por discursos de outros, que são entremeados como elos. Marciel (2018, p. 101) ressalta que o conceito de heterodiscurso implica reconhecer “que as vozes se tornam diferentes por oposição a outras. A pluralidade é conquistada em face do outro: o discurso se torna dessemelhante (mas não necessariamente contrário) no contraste com os demais que o cercam”. Desse modo, no heterodiscurso são evidentes os elos precedentes e sucessores da corrente da comunicação discursiva, ao passo que a multivocalidade compõe a estrutura do enunciado produzido.

De acordo com Bakhtin (2009) o discurso alheio é utilizado para transmitir e integrar enunciações de outro(s) num contexto monológico coerente. Para o autor, “o discurso citado é visto pelo falante como a enunciação de outra pessoa, completamente independente na origem, dotada de uma construção completa e situada fora do contexto narrativo” (Bakhtin, 2009, p. 150). Isso significa que o discurso citado conserva a autonomia discursiva do enunciado produzido por outra pessoa.

Pelo fato do discurso de DC ser produzido em meio a diversas esferas de criação ideológica, em especial a da CCT, a da educação e a da comunicação social (Grillo, 2006b), e também poder estabelecer relações dialógicas com outras esferas além dessas, é possível encontrar vários recursos alheios e características de outros gêneros discursivos que são incorporados pelo discurso de DC, bem como ‘vozes’ típicas dos gêneros educacionais, científicos e jornalísticos. Além disso, essas relações dialógicas induzem disputas envolvendo a delimitação da própria relação discurso-objeto, o que as tornam foco importante para investigações da Educação Científica (Lima & Giordan, 2017b). As coerções para a composição do discurso de DC são realizadas tanto por meio do discurso direto, como no caso do uso das palavras dos cientistas causando o efeito de discurso de autoridade, quanto pela apropriação da estrutura discursiva, como no caso da abordagem didática de alguns suportes.

As principais formas de apropriação de discursos alheios para a composição enunciativa ocorrem, segundo Bakhtin (2009), por meio de três composições discursivas, quais sejam: discurso direto, discurso indireto e discurso indireto livre. Este artigo analisa um episódio com ocorrência predominante do discurso direto, a partir da leitura de um excerto de um texto literário de divulgação científica. O discurso direto é utilizado quando o enunciado alheio é incorporado fidedignamente ao discurso, o que o torna especialmente importante para compreender a relevância da divulgação científica na produção discursiva da sala de aula.. Sendo assim, nossas análises contemplam exclusivamente as situações de ensino em que o professor respeita a autenticidade e autoria do discurso alheio que é incorporado no discurso científico escolarizado. Compreender esse tipo de produção enunciativa nos indica caminhos para pensarmos a atuação e a formação de professores, especialmente nas abordagens envolvendo a produção discursiva na escola.

O COMPARTILHAMENTO DOS OBJETOS DA ATIVIDADE NO DISCURSO CIENTÍFICO ESCOLAR EM SITUAÇÕES DE USO DE SUPORTES DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

Entender o discurso científico escolar como uma composição a partir de gêneros discursivos que foram apropriados pelo professor implica reconhecer que durante a produção discursiva há elementos conceituais que transitam em diferentes esferas de criação ideológica³. Vale ressaltar que o fato de os gêneros serem produzidos em esferas diferentes não impossibilita o diálogo entre eles. Para entender melhor essa possibilidade de interação recorreremos às contribuições de Engeström (2015) acerca dos sistemas de atividades. De acordo com o autor, a interação entre sistemas de atividades coloca em contato os seus objetos que, por meio de contradições, produzem coletivamente um objeto novo. A partir dessa consideração, entendemos que durante a produção do discurso científico escolar o professor aproxima dois sistemas de atividades, que se manifestam por meio do discurso científico e da divulgação científica. Durante o trabalho do docente, os objetos, envolvendo a origem do universo, por exemplo, são compartilhados para produzir um objeto novo, que obviamente possui relações com os anteriores. Com isso, é possível entender por que os conceitos científicos, que são as ferramentas culturais ou mesmo objetos de sistemas de atividades, são apresentados e formulados de diferentes formas quando comparamos diferentes atividades como a científica, a comunicativa e a educacional.

³ Conceito proposto por Bakhtin e o Círculo. As esferas de criação ideológica são sistemas ideológicos constituídos, por isso, elas são campos fortemente sistematizados como: a ciência, a religião, a arte etc. (Narzetti, 2013).

Para aprofundar essa consideração é pertinente destacar algumas características da Cultura Científica e Tecnológica (CCT), uma vez que essa compõe a conjuntura histórico-cultural da produção das atividades e dos discursos ao mesmo tempo em que seus elementos são objeto da atividade e dos discursos.

O debate acerca da CCT é intenso e tem como marco a publicação do livro “As duas culturas”, de Charles Percy Snow, em 1959, texto que problematizou o antagonismo e a distância entre o campo das Ciências Naturais e o campo das Humanidades. A partir desse livro se deu a intensificação do debate acerca da cultura científica.

Atualmente, é possível encontrar modelos para compreender a CCT (Cerezo & Cámara, 2007; Godin & Gingras, 2000; Santos, 2009; Vogt, 2011), bem como investigações e reflexões que destacam as interfaces e correlações entre a CCT e outras produções culturais, com destaque especial para as artes: literatura, artes plásticas, artes cênicas, cinema etc. (Almeida, Correa, Bento, Jardim, Ramalho & Dahmouche, 2018; Cunha & Giordan, 2009; Piassi, 2013; Moreira & Marandino 2015; Reznik; Massarani & Moreira, 2019; Zanetic, 2006).

Dentre as diversas perspectivas que buscam compreender o vasto espectro de atividades, histórias e saberes relacionados à CCT, este trabalho a entende primeiramente como cultura. Santos (2009, p. 530) destaca que “a cultura representa a realidade criada pelo homem; é um dos aspectos que distingue o homem das outras criaturas. É um patrimônio informacional constituído por saberes, valores, crenças, expectativas, ações e normas convencionais de um grupo”.

Nesse sentido, as referências à CCT presentes neste trabalho incluem em seu conceito um amplo espectro de atividades, valores e histórias relativas à produção, ao consumo e à comunicação da Ciência e da Tecnologia. Em segundo lugar, ressaltamos que os outros elementos definidores da CCT são os campos de referência dessa “realidade criada pelo homem”: Ciência e Tecnologia. Godin e Gingras (2000, p. 44, tradução livre⁴) sintetizam o conceito da seguinte maneira: “a cultura científica e tecnológica é a expressão de todos os modos através dos quais os indivíduos e a sociedade se apropriam da ciência e da tecnologia”. Essa interpretação que entendemos coerente pode ser ampliada se considerarmos que:

“A ciência como cultura é uma ‘ciência em perspectiva’ que abre caminho a uma ciência radicada numa solidariedade de saberes e de racionalidades. (...) Trata-se de erguer uma ponte, em termos culturais, da comunidade científica para o cidadão comum – uma ponte ajustada ao exercício da cidadania que interligue cultura científica, cultura do fazer, cultura humanística e cultura de massa” (Santos, 2009, p. 532).

Lima (2016) também reconhece as inter-relações da CCT com outras formas de expressão da cultura humana, defendendo inclusive que são essas relações que propiciam a variedade de suportes, materiais e abordagens da CCT, uma vez que aproximam a Ciência e a Tecnologia da arte, da comunicação e da imaginação. Conceber a CCT em meio às relações com outras expressões culturais acarreta também reconhecer a existência de coerções em suas atividades. Essas coerções são fruto de disputas fundamentadas em atividades diferentes que compartilham o mesmo objeto da CCT. A combinação de sistemas de atividades permite a transformação de produtos de atividades em objetos mediadores de outras atividades, processo que se relaciona à multivocalização das atividades de ensino (Lima & Giordan, 2018).

Por meio do objeto de análise deste artigo, que está centrado em uma situação de ensino (Educação Formal) baseada em uma atividade de leitura de um texto literário de divulgação científica (Comunicação Social) que visa promover a cultura científica e tecnológica (CCT), é possível notar que há ao menos três esferas de criação ideológica que agregam, dialogam e disputam sentidos na atividade educativa. Ainda que de modos diferentes, essas três esferas de criação ideológica (Educação, Comunicação Social e CCT) estão orientadas para o mesmo objeto, a CCT, sendo que a CCT tanto é esfera quanto objeto para as demais esferas, o que decorre da transformação dos sistemas de atividades (Lima & Giordan, 2018). Tal fato define as características relacionadas ao conhecimento que é mobilizado durante a atividade. Como exemplo apresentamos uma reflexão acerca do principal conceito abordado durante o caso apresentado: a notação científica.

4 No original: “scientific and technological culture is the expression of all the modes through which individuals and society appropriate science and technology”.

A notação científica para a CCT é tanto fruto do desenvolvimento quanto ferramenta para o desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia. Ao focar o aspecto da produção científica e tecnológica, elementos que compõem a CCT, a notação científica permite aos cientistas interpretar e quantificar seus objetos de estudo, com rigor e precisão. Quando utilizada como ferramenta, a notação científica proporciona uma técnica matemática para a interpretação, compreensão e previsão de fenômenos naturais ou sociais. Na DC, por sua vez, a notação científica pode ser abordada de diferentes formas, que se estendem desde a explicação das regras até a abordagem de curiosidades acerca de seu processo de proposição. A DC pode interagir com os vários elementos relativos à notação científica, porém dificilmente irá utilizá-la como ferramenta para a produção de conhecimento, pois esse não é o propósito da DC. Em seu turno, a educação formal interage com os aspectos relativos à notação científica de outra forma, pois ela é objeto do ensino e da aprendizagem. Sendo assim, para a educação a notação científica é um conceito ensinado e aprendido, assim como tantos outros conceitos que visam inserir os estudantes na CCT.

Obviamente existem características relacionadas à notação científica e seu uso que podem ser comuns à produção do conhecimento, à divulgação e à educação científica, uma vez que essas atividades compartilham o mesmo objeto. Contudo, não se pode negar a existência das diferenças entre elas, visto que a produção do conhecimento, a DC e a educação científica estão orientadas por motivos e para fins distintos. Por isso, os sujeitos estão dirigidos ao objeto de formas particulares, cada um de acordo com os motivos das atividades realizadas. As divergências nos motivos e nas funções do objeto levam a uma reconfiguração dos sistemas de atividades (Lima & Giordan, 2018) que determinam as formas dos sujeitos interagirem com os objetos (notação científica). A problemática abordada neste artigo se refere a uma atividade que é construída pela reconfiguração de elementos de outras atividades, no caso, o uso da DC em uma situação de Ensino de Ciências.

Nesse sentido, quando um suporte de DC é utilizado em uma situação educativa podem existir disputas na concepção do objeto compartilhado. Quando a DC é utilizada na escola, é impossível apagar traços essenciais da construção discursiva do autor, além disso é provável que a DC insira elementos que não seriam mobilizados pelo professor. Por isso, a incorporação da DC no discurso científico escolar, associada ao compartilhamento do objeto discursivo, pode instaurar novas situações de ensino e aprendizagem, pois além de promover a multivocalização ela pode reforçar ou contradizer interpretações. Nesse contexto também podem ser tratados aspectos epistemológicos, ontológicos e axiológicos referentes à produção e ao consumo da DC (Lima & Giordan, 2021). Essa ampliação do escopo da educação científica ocorre em meio a disputas entre agentes, as quais podem extrapolar a própria CCT e a cultura escolar, como no caso de temas com forte interesse social, econômico, político, religioso etc.

Considerando as possíveis coerções determinadas pelas atividades e o fato de que o discurso científico escolar é produzido por meio da incorporação de gêneros discursivos, podemos questionar a própria natureza do conhecimento que é apresentada em situações de ensino. Contudo, mesmo que haja coerções e orientações particulares para compreender o conceito, ele continua pertencendo ao campo da CCT.

METODOLOGIA

Para investigar a construção do discurso científico escolar por meio da hibridização do discurso de DC, esta pesquisa contou com uma abordagem qualitativa de estudo de caso. De acordo com André (1986), o estudo de caso está baseado na ênfase de aspectos singulares de um sistema delimitado da realidade historicamente situada. Cohen, Manion e Morrison (2007, p. 254) destacam que os estudos de casos: “envolvem a observação de um caso ou fenômeno em seu contexto da vida real” e acrescentam que “é importante nos estudos de caso que os eventos e situações possam falar por si mesmos, em vez de serem amplamente interpretados, avaliados ou julgados pelo pesquisador”. Nesse sentido, o estudo de caso tem a realidade como fonte da investigação e a descrição detalhada do fenômeno observado como essencial para a análise. Destacamos que a singularidade do caso se assenta em diversos fatores: o uso do primeiro capítulo do livro “Bilhões e Bilhões”, de Carl Sagan (1996), para o trabalho com Escalas nas Ciências da Natureza, no 9º ano do Ensino Fundamental; a formação do professor; a forma de uso do livro e suas relações com o problema da sequência didática; a sequência didática. Dentre as possibilidades de estudos de caso, esta investigação pode ser classificada como estudo de caso instrumental, tipo de caso cujo interesse, segundo Alves-Mazzotti (2006, p. 641-642), “deve-se à crença de que ele poderá facilitar a compreensão de algo mais amplo, uma vez que pode servir para fornecer insights sobre um assunto ou para contestar uma generalização amplamente aceita, apresentando um caso que nela não se encaixa”. Isso significa que esta investigação busca contribuir para a compreensão das formas de uso da DC em situações formais de ensino.

Os dados foram registrados em 2013, a partir do acompanhamento e gravação de uma Sequência Didática (SD) desenvolvida por um professor de Ciências, para uma turma de 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública da rede estadual de ensino do interior do estado de São Paulo, Brasil. O registro de informações respeitou as diretrizes e os princípios éticos na pesquisa com seres humanos, conforme as orientações da resolução do Conselho Nacional de Saúde: CNS 466/12. Portanto, as gravações foram realizadas com o consentimento livre e esclarecido dos estudantes, de seus representantes legais, do professor e da direção da escola.

Para compreender o contexto de pesquisa iremos brevemente descrever o curso de Especialização em Ensino de Ciências, pois foi a partir dele que o professor elaborou a SD. Esse curso de formação foi oferecido entre os anos 2010 e 2013 para professores da rede estadual de ensino de São Paulo, por meio de uma parceria entre a Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo e a Secretaria de Educação do Estado. O curso era integralizado por 360 horas, sendo 320 horas oferecidas na modalidade de Educação a Distância (EaD) e as demais oferecidas presencialmente. A carga horária foi dividida em quatro módulos. Durante o curso, os professores foram divididos em grupos de 25 integrantes, acompanhados por um tutor e, além das diversas atividades das disciplinas, eles tiveram que elaborar 4 SD, uma por módulo. Os trabalhos de conclusão de curso foram produzidos por meio da aplicação e da avaliação de uma das SD elaboradas (Lima, 2016).

A seleção do caso foi feita após o término do curso em meio a um conjunto de dados com 1.502 SD e contou com os seguintes critérios, que foram aplicados sequencialmente: 1. seleção dos grupos que tinham os mesmos tutores nos encontros presenciais e no ambiente virtual de aprendizagem; 2. seleção do grupo em que a tutora tinha maior participação e pró-atividade durante o curso; 3. análise de todas as SD produzidas nos módulos 3 e 4 do grupo escolhido e seleção da sequência didática que possuía a maior variedade de propósitos de ensino para o uso da DC (Lima, 2016).

A SD tinha como tema o macro e o microcosmo e foi composta por oito aulas e de uma visita a um museu de Ciências. A SD foi elaborada com base no Modelo Topológico de Ensino (Giordan, 2013), que propõe uma metodologia para planejar e desenvolver atividades de ensino a partir de uma abordagem sócio-histórico-cultural. De acordo com Giordan (2013, p. 291) “o modelo topológico de ensino propõe a atividade, o conceito e o tema como três eixos organizadores do ensino na sala de aula”. A SD estabeleceu o tema a partir da problematização de uma situação que pode ser resumida com a pergunta “você sabe com quem está falando?”, que foi problematizada por meio da interpretação da posição do ser humano no universo e dos conceitos relacionados ao micro e ao macrocosmo. Os objetivos gerais da SD foram:

*“Estimular a reflexão e o questionamento dos alunos sobre questões filosóficas;
Por meio dessas reflexões, espera-se gerar conflitos entre o conhecimento
preestabelecidos dos alunos e as questões sobre as diferentes dimensões;
Auxiliar para que se conscientize os alunos em relação ao seu tamanho, ao tamanho
do Universo Macrocósmico e o tamanho do Universo Microcósmico;
Contribuir por meio de práticas a construção de um conhecimento dimensional
matemático, o qual poderá permitir o conhecimento de unidades e a utilização de
tecnologias que permitam a mensuração de tais grandezas;
Incentivar o trabalho em grupos, buscando sempre a autonomia na procura
incessante pelo conhecimento” (Lima, 2016, p.141).*

A sequência didática foi selecionada para o acompanhamento devido ao vasto uso de suportes de DC, pelo professor de Ciências, com grande variedade de propósitos de ensino. O professor, na ocasião da execução da SD em sala de aula, tinha oito anos de experiência na docência, excelente formação acadêmica: Licenciado em Ciências Biológicas, Especialista em Ensino de Ciências e Mestre em Educação para a Ciência. Vale ressaltar que todos os cursos foram concluídos em universidades de referência do estado de São Paulo.

A SD contou com o processo de elaboração, avaliação e reelaboração, observado que as duas primeiras etapas foram realizadas durante o curso de formação continuada, por meio da proposição e da avaliação durante a aplicação e defesa do TCC, e a reelaboração ocorreu antes da execução da SD que acompanhamos neste estudo.

Após as gravações, foram elaborados mapas das ações durante as aulas (Lima, 2016), os quais orientaram a seleção do episódio de ensino que foi transcrito. Nos mapas foram classificados os trechos que

continham os seguintes elementos: tempo; locutor (professor; professor suporte – usado quando o professor lê o livro; estudantes); abordagem comunicativa⁵ (interativa/não-interativa e de autoridade/dialogica; tal como proposto por Mortimer & Scott, 2002); suportes (Audiovisual; Infográficos; Texto; Visita programada; Hipertexto; Interação cultural; Múltiplos suportes, tal como proposto por Lima & Giordan, 2017a); modelo de comunicação da DC – déficit, contextual, experiência leiga, participação pública, rede (Navas, Contier & Marandino, 2007; Polino & Castelfranchi, 2012; Bucchi & Trend, 2014; Simis, et al., 2016); propósito de ensino (Contextualização histórica; Explicação; Levantamento de concepções; Metacognição; Pesquisa; Produção de material; Promoção do debate; Trabalho de Campo; tal como proposto por Lima & Giordan, 2017a); uso do discurso citado (discurso direto, discurso indireto e discurso indireto-livre); observações gerais. De posse dos mapas das aulas foi possível identificar todos os casos em que houve o uso do discurso alheio na composição discursiva do professor. Focando especificamente no uso do discurso direto, apresentamos no Quadro 1 a seguir uma síntese⁶ de todos os momentos em que a DC foi incorporada diretamente (discurso direto) pelo professor durante a execução da SD:

Quadro 1 – Uso da Divulgação Científica na composição discursiva com uso do discurso direto

Caso	Atividade	Locutor	Abordagem comunicativa	Suporte	Modelo de comunicação da Divulgação Científica	Propósito de ensino
1	Apresentação do episódio “Piteco e o mito da Caverna”, escrito por Maurício de Souza e digitalizado em forma de vídeo.	Professor Suporte	Não interativa/ Autoridade	Audiovisual Interação cultural	Contextual	Promoção do debate; Produção de material.
2	Apresentação de um diagrama que representa o espectro eletromagnético e tentativa de correlação com o suporte anterior.	Professor	Não interativa/ Autoridade	Infográfico	Déficit	Promoção do debate; Produção de material.
3	O professor explica o diagrama, faz uso de exemplos e relaciona os suportes usados (os três).	Professor Suporte	Não interativa/ Autoridade	Infográfico	Déficit	Explicação.
4	O professor reapresenta o diagrama e pede que os alunos façam um mapa conceitual tentando articular o mito da caverna e o diagrama.	Professor	Não interativa/ Autoridade	Audiovisual Interação cultural	Contextual	Produção de material.
5	Leitura do texto “O mito da caverna no mundo de Sofia”	Professor Suporte	Não interativa/ Autoridade	Texto/ Livro	Contextual	Produção de material
6	O professor lê em voz alta o primeiro capítulo do livro	Professor Suporte	Interativo/Autoridade	Texto/ Livro	Contextual	Explicação; Contextualização.

⁵ É importante ressaltar que a categorização utilizada para a composição dos Mapas das ações tomou como referência o uso do suporte, observado que nos casos em que houve transições na abordagem comunicativa foi categorizada a abordagem predominante, isto é, a que durou mais tempo durante a atividade.

⁶ Excluímos as categorias tempo, uso do discurso citado e observações gerais para simplificar a visualização do quadro e concentrar exclusivamente nas informações pertinentes para a seleção do caso analisado.

Caso	Atividade	Locutor	Abordagem comunicativa	Suporte	Modelo de comunicação da Divulgação Científica	Propósito de ensino
	“Bilhões e Bilhões”, de Carl Sagan. Durante a leitura faz diversas pausas para complementar o texto.					
7	O professor lê frase de Albert Einstein	Professor Suporte	Não interativa/ Autoridade	Infográfico	Déficit	Explicação.
8	Imagem do mito da caverna/ O professor começa o uso do suporte com o propósito explicativo, visando a metacognição que é induzida no final do turno.	Professor Suporte	Não interativa/ Autoridade	Infográfico	Déficit	Explicação; Metacognição.
9	O professor apresenta imagens da Galáxia, do Sistema Solar, do Sol, da Terra (NASA).	Professor Suporte	Não interativa/ Autoridade	Infográfico	Déficit	Explicação.
10	O professor lê uma reportagem de divulgação científica.	Professor Suporte	Não interativa/ Autoridade	Texto /Jornalismo científico	Déficit	Explicação.
11	O professor apresenta imagens do Grande colisor de Hádrons (LHC).	Professor	Não interativa/ Autoridade	Infográfico	Déficit	Explicação.
12	O professor apresenta infográficos sobre o LHC.	Professor	Não interativa/ Autoridade	Infográfico	Déficit	Explicação.
13	O professor apresenta um infográfico sobre o modelo padrão (partículas elementares).	Professor Suporte	Não interativa/ Autoridade	Infográfico	Déficit	Explicação.
14	O professor apresenta um infográfico que sintetiza aspectos da teoria da relatividade.	Professor Suporte	Não interativa/ Autoridade	Infográfico	Déficit	Explicação.
15	O professor apresenta imagem sobre a detecção do bóson de Higgs.	Professor Suporte	Não interativa/ Autoridade	Infográfico	Déficit	Explicação.
16	Leitura coletiva (cada estudante lê um parágrafo) de um artigo de Marcelo Gleiser, publicado na	Alunos Suporte	Interativo/ Autoridade	Texto / artigo	Contextual	Explicação.

Caso	Atividade	Locutor	Abordagem comunicativa	Suporte	Modelo de comunicação da Divulgação Científica	Propósito de ensino
	revista Época sobre o bóson de Higgs.					
17	Os estudantes produzem cartazes com imagens e reportagens de revistas.	Estudantes	Interativo/ Autoridade	Infográfico	Déficit	Produção de materiais; Avaliação.
18	Visita ao museu	Variado	Variado	Museu	Variado	Variado

Fonte: os autores

Como é possível ver no Quadro 1, o discurso direto, por meio da DC, foi usado 18 vezes durante a sequência. Chama-nos a atenção a predominância da explicação como propósito de ensino, da abordagem comunicativa não interativa e de autoridade, bem como o uso de suportes de DC que se baseiam no modelo de déficit do conhecimento. A explicação como propósito de ensino é um tipo de ação do docente baseada na “explicação, explanação, dissertação ou exposição de um tema ou conteúdo específico. O professor, portanto, pretende que os estudantes compreendam conceitos que são abordados por meio do discurso DC” (Lima & Giordan, 2017a). Por outro lado, as intervenções não-interativas de autoridade são produzidas em situações em que apenas um sujeito fala (não interativa) e uma perspectiva social (voz) predomina (ex. interpretação da Ciência acerca dos fenômenos naturais). Por fim, o modelo de déficit indica uma forma de comunicação pública da Ciência demarcada pela fragmentação dos sujeitos em especialistas e leigos, de modo que os especialistas são responsáveis por comunicar a CCT para “preencher” o vazio de saberes dos leigos (Miller, 2001)⁷. É possível notar a ausência de outros modelos de comunicação pública da Ciência, o que pode ser compreendido pelas características das atividades propostas, que divergem das características de outros modelos. Enquanto o modelo de experiência leiga está baseado nas interpretações multiculturais não-científicas, o modelo de participação pública promove a DC por meio de simulações de tomadas de decisões. Assim esses modelos estão direcionados para o desenvolvimento de atividades que indicam as correlações da CCT com outras facetas da cultura e com a esfera da participação cidadã. O modelo de rede, por sua vez, indica a multiplicidade de meios e suportes que aborda aspectos da CCT, de modo que, em vez de indicar uma forma de produção da DC, reconhece que a compreensão pública da Ciência é influenciada por múltiplos fatores: além da DC, a literatura, o cinema, a telenovela, os desenhos animados, as conversas com os amigos etc. Entendemos que é possível utilizar outros modelos de DC em situações formais de ensino, além do modelo de déficit e o contextual, contudo essa escolha é do professor responsável pela disciplina e está vinculada aos seus propósitos de ensino. É importante destacar a coerência entre as categorias de propósito, abordagem comunicativa e o modelo de comunicação da DC indicadas no Quadro 1, uma vez que todas fazem referência a processos que, predominantemente, não se baseiam na interação entre campos do saber, mas estão focados em apenas um, que nesse caso é relativo à CCT.

Esse panorama indicado pelo Quadro 1 não pode ser generalizado para o uso da DC em sala de aula, quanto menos para o uso específico da DC como discurso direto na composição de enunciados híbridos. Acreditamos que as características dos dados apresentados foram determinadas por diversos fatores, dentre os quais destacamos em primeiro lugar o tipo de suporte utilizado. Vale ressaltar que, de acordo Miller (2001, p. 116), o modelo de déficit “adotou um processo de comunicação de mão única, de cima para baixo, no qual os cientistas – com todas as informações necessárias – preencheram o vácuo de conhecimento no público em geral cientificamente analfabeto, como entenderam⁸”. Como a maioria dos suportes se basearam no modelo de déficit, que assume o público como sujeitos desprovidos de conhecimentos e saberes científicos e tecnológicos, entendemos que a predominância do propósito explicativo e da abordagem de autoridade seguiram a influência dos suportes de DC.

Foi selecionado para este trabalho o Caso 6, que ocorreu durante a segunda aula da sequência didática. No episódio selecionado, o professor fez a leitura do livro “Bilhões e Bilhões”, escrito por Carl Sagan,

⁷ Vale ressaltar que, apesar das diversas críticas apontadas por pesquisadores do campo da comunicação pública da Ciência, o modelo de déficit continua presente (Simis *et al.*, 2016) e é uma das principais formas de DC.

⁸ No original: “This model adopted a one-way, top-down communication process, in which scientists - with all the required information - filled the knowledge vacuum in the scientifically illiterate general public as they saw fit.

em 1996, com o propósito de explicar o conceito de notação científica observado que a leitura prévia do capítulo não foi solicitada aos estudantes. Ainda que boa parte do episódio tenha se restringido à leitura do primeiro capítulo do livro, houve alguns momentos de interação, nos quais o professor e os estudantes interpretaram e comentaram os conceitos e fatos apresentados pelo livro. A seleção desse caso foi realizada em função da importância da aula e do prolongado uso desse suporte de divulgação científica. Consideramos a aula importante, porque foi essencial para a compreensão de temas e discussões que se seguiram, e prolongado o uso da DC, por conta da leitura completa do capítulo durante uma aula. Além disso, ainda que existam outros casos em que tenha havido prolongado uso da DC, houve variações nos locutores que conduziram as atividades ou a composição discursiva por meio do uso combinado de suportes, situações que, a nosso ver, são mais complexas por conterem mais elementos. Sendo assim, o Caso 6 foi aquele que apresentou um número menor de variações quanto ao uso de suportes de DC e à inclusão de novos elementos, condição que consideramos ser adequada para aprofundar a compreensão do uso do discurso direto na composição de enunciações híbridas na educação científica.

A investigação tomou o enunciado como unidade de análise, o que permitiu investigar as relações entre os diferentes discursos presentes na construção híbrida do discurso científico escolar. A análise, que foi realizada e revisada por ambos os autores deste trabalho, buscou dar destaque às relações de apropriação do discurso de DC pelo professor, fundamentada em Faraco (2009, p. 58) que ressalta que:

“Para Bakhtin, importa menos a heteroglossia como tal e mais a dialogização das vozes sociais, isto é, o encontro sociocultural dessas vozes e a dinâmica que aí se estabelece: elas vão se apoiar mutuamente, se interiluminar, se contrapor parcial ou totalmente, se diluir em outras, se parodiar, se arremedar, polemizar velada ou explicitamente e assim por diante”.

COMPOSIÇÃO DA NARRATIVA CIENTÍFICA ESCOLAR POR MEIO DE UM LIVRO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

Os fragmentos discursivos selecionados para as análises foram retirados da segunda aula de uma sequência didática (SD) estruturada para discutir o micro e o macrocosmo. Para isso, o professor planejou atividades a partir da problematização acerca do tamanho do ser humano no universo. Em sua sequência didática ele apresentou os seguintes questionamentos para orientar as atividades de ensino:

“qual é o tamanho do átomo? Qual é a relação de tamanho do núcleo do átomo e da eletrosfera? Quantas células possuem um corpo de ser humano? Quantas bactérias habitam o corpo de uma pessoa? Quantas estrelas compõem uma galáxia? Quem é você? Qual é o seu verdadeiro tamanho? Você sabe com quem está falando?” (Lima, 2016, p. 143).

A aula selecionada foi essencial para o desenvolvimento da SD, pois ela teve como objetivo “apresentar as questões científicas matemáticas para se medir ou quantificar o Micro e Macrocosmo e discutir os valores numéricos, unidades e notação científica entre o Macro e Microcosmo” (Lima, 2016, p.143-144). Sendo assim, essa aula mobilizou conceitos científicos capazes de alterar as formas de interpretação dos estudantes em relação às grandezas macro e microscópicas.

Antes de apresentar a análise da composição discursiva, consideramos pertinente evidenciar que os enunciados foram produzidos em contextos específicos e guiados pela atividade docente. Nesse sentido, a orientação exibida nesta análise se afasta de interpretações idealistas da produção discursiva, uma vez que é impossível qualquer produção enunciativa que não esteja intrinsecamente ligada a alguma atividade humana. Além disso, consideramos que a produção discursiva do professor na sala de aula pode se manifestar como uma narrativa científica escolar, pois agrega aspectos de uma história socialmente situada, produzida por diversos sujeitos (professor, estudantes e autor do livro) e utilizada para o ensino e a aprendizagem de conceitos científicos, com uma estrutura discursiva híbrida composta por descrição, explicação, generalização, argumentação etc. acerca de um evento ou fenômeno.

Entender o uso do discurso citado como uma ferramenta para a produção da narrativa científica escolar requer pensar sobre os processos de objetivação da atividade docente. Nesse sentido, a produção da narrativa e o uso do discurso alheio se afastam da casualidade devendo ser compreendidos como

atividades que exigem o pôr teleológico⁹, isto é, que exigem idealização prévia. Baseados nas contribuições de Marx (2013) para caracterizar o trabalho humano, podemos entender que o professor anteviu, projetou e planejou as atividades educativas, inclusive os instrumentos que seriam utilizados para isso. Nesse sentido, a narrativa escolar possui raízes no planejamento de ensino realizado pelo professor. Para fortalecer a interpretação do caso estudado apresentamos e analisamos a seguir um fragmento do planejamento da atividade que gerou o episódio de ensino selecionado.

Quadro 2: Fragmento da sequência didática produzida pelo professor.

Aulas	Objetivos da aula	Conteúdos	Dinâmica das atividades
2	Apresentar as questões científicas matemáticas para se medir ou quantificar o Micro e o Macrocosmo. Discutir os valores numéricos, unidades e anotação científica entre o Macro e o Microcosmo.	Utilização da notação científica. Numa perspectiva matemática, os alunos serão levados a refletir sobre as dimensões que nos cercam e como a Ciência se utiliza da Matemática para medir algo muito grande ou muito pequeno.	Será lido e posteriormente discutido com os alunos o primeiro capítulo do livro “Bilhões e Bilhões”, de Carl Sagan. O referido autor apresenta nesse capítulo relações entre o tamanho do Universo e do átomo, entre outras questões dimensionais. Por fim, apresenta o uso da notação científica como uma ferramenta eficaz da qual a Ciência se apropriou para fazer medições. Dessa forma, os alunos serão apresentados à notação científica e estimulados a trabalhar com ela por meio de exercícios e práticas.
3	Apresentação do Macrocosmo e do Microcosmo. Sistematizar o conhecimento das dimensões e da notação científica até aqui apresentados. Para tanto, será utilizada a perspectiva filosófica. Esclarecer possíveis dúvidas sobre a notação científica e as dimensões. Estimular a abstração por meio da interface de um vídeo.	O tamanho do Macrocosmo e do Microcosmo. Utilização da interface artística de um vídeo que apresenta algumas dimensões do macro e do microcosmo, bem como de expressões exponenciais e de recursos filosóficos que contribuem para a abstração do conhecimento específico.	Nessa etapa, será apresentado o vídeo “A imensidão da vida” (...). Nesse vídeo, é apresentada uma viagem que se inicia a uma distância de um metro de um observador de uma folha e vai do Macrocosmo até o Microcosmo. Início de trabalho em relação às grandezas apresentadas nos vídeos. Primeiramente os alunos terão a oportunidade de questionar e refletir sobre o conteúdo do vídeo. Posteriormente será pedido para que os alunos reorganizem o conhecimento apresentado por meio da construção individual de um mapa conceitual.

Fonte: Lima (2016).

É possível notar que na Aula 2, o livro de Carl Sagan, “Bilhões e Bilhões”, passou a ter uma nova função, voltada para a atividade educativa (formal) e não mais para a comunicação social e o entretenimento. Os objetivos da aula indicaram a apropriação do instrumento (livro) pelo professor e seu uso arbitrário, isto é, de acordo com os desejos e necessidades do docente. Tal processo impôs ao livro uma nova função, determinada pela atividade educativa, o que caracteriza um estágio da apropriação do instrumento, segundo Wertsch (1998).

Apresentamos também o planejamento da Aula 3, uma vez que ele evidenciou a subordinação das atividades. Dessa forma, a Aula 2 foi utilizada como subsídio direto para a aula seguinte e para a interpretação crítica do problema. Evidenciamos a subordinação das ações tanto para mostrar as ligações pré-existentis ao desenvolvimento da atividade quanto para afastar interpretações espontaneístas da produção da narrativa em situações educativas.

Ao iniciar a aula, o professor explicou que a atividade de ensino contava com a leitura do primeiro capítulo do livro “Bilhões e Bilhões”, de Carl Sagan. Antes de iniciar a leitura, ele contextualizou tanto o livro quanto o seu autor. Tendo em vista os objetivos da aula, o capítulo do livro foi uma ferramenta utilizada pelo professor para abordar conceitos científicos e, em última instância, um instrumento que mobilizou um dos elementos que seria essencial para os estudantes trabalharem a problematização proposta pelo professor. Assim, é possível notar que a DC foi mobilizada pelo professor durante o planejamento de ensino. No Quadro 3, a seguir, apresentamos a transcrição¹⁰ da primeira parte da aula a partir do início da leitura do capítulo do livro.

⁹ De acordo com o materialismo histórico e dialético o pôr teleológico se refere a um processo exclusivamente humano que indica a projeção ideal do produto do trabalho antes de sua objetivação.

¹⁰ Legenda: P_L – enunciados lidos pelo professor; P – enunciados do professor; E – enunciados do estudante; As frases escritas entre chaves representam enunciados do professor no contexto da leitura; frases escritas entre colchetes são descrições da situação

Quadro 3: Transcrição de um trecho da leitura do livro “Bilhões e Bilhões”.

Turno	Transcrição
17	P _L . Eu nunca disse isso. Juro. Bem, disse que há talvez cem bilhões de galáxias e dez bilhões de trilhões de estrelas. É difícil falar sobre o cosmos sem usar números grandes. Falei “bilhões” muitas vezes na série de televisão Cosmos, que foi vista por muitas pessoas. Mas nunca disse “bilhões e bilhões”. Para começo de conversa, é muito impreciso. Quantos bilhões são “bilhões e bilhões”? Alguns bilhões? Vinte bilhões? Cem bilhões? “Bilhões e bilhões” é bastante vago. Quando reconfiguramos e atualizamos a série, verifiquei – e, sem dúvida nenhuma, nunca disse tal coisa. Mas Johnny Carson...
18	P. O Johnny Carson, ele tem um programa até hoje no rádio. O Jô Soares, o formato do programa do Jô Soares [programa televisivo muito famoso no Brasil até dezembro de 2016, quando foi extinto], o Jô Soares <i>paga maior pau</i> [figura de linguagem cujo sentido é referente à admiração] para ele, tudo, o cenário, as brincadeiras, [incompreensível], as piadinhas o Derico ¹¹ que faz piadas.
(...)	
23	P _L . Costumava me incomodar um pouco ter um simulacro da minha persona andando por aí por conta própria, dizendo coisas que os amigos e colegas me relatavam na manhã seguinte. Apesar do disfarce, Carson – um astrônomo amador sério – frequentemente fazia minha imitação falar sobre Ciência real. Espantosamente, “bilhões e bilhões” pegou. As pessoas gostaram do som da expressão. Mesmo hoje em dia, ainda me param na rua, num avião ou numa festa, e me perguntam, um pouco timidamente, se eu não diria – apenas para elas – “bilhões e bilhões”. {Para na rua, fala aí Bilhões e Bilhões para mim} [risos]. “Sabem, eu realmente não disse isso”, eu lhes respondo. “OK”, replicam. “Mas diga de qualquer maneira”. Fiquei sabendo que Sherlock Holmes
24	E ₁ . Holme E ₂ . Holmes E ₃ . Olmes E ₄ . É Homes ou Holmes?
25	P _L . nunca disse “Elementar, meu caro Watson” pelo menos nos livros de Arthur Conan Doyle {O escritor dos livros}; Jimmy Cagney nunca disse “Seu rato sujo”; e Humphrey Bogart nunca disse “Toque de novo, Sam” {Esses são personagens americanos}. Mas bem que poderiam ter dito, porque esses apócrifos se insinuaram firmemente na cultura popular. {Bom, falar elementar, caro Watson, sem dúvidas, rapidinho lembramos de Sherlock Holmes}. Ainda me citam como tendo dito essa expressão estúpida em revistas de computadores “Como diria Carl Sagan, são necessários bilhões e bilhões de bytes” {Então, estão citando ele, falando sobre ele, mas ele nunca disse isso daí}, artigos elementares de economia nos jornais, discussões sobre salários de jogadores de esportes profissionais e coisas do gênero. Durante algum tempo, por um ressentimento infantil, não pronunciava nem escrevia a expressão, mesmo quando me pediam. Mas superei essa fase. Assim, para ficar registrado, aqui vai: “Bilhões e bilhões”. {Já que todo mundo está pedindo, né!? Aí ele vai fazer a reflexão, né!?} O que torna “bilhões e bilhões” tão popular? Antes era “milhões” a alcunha para um número grande. Os imensamente ricos eram milionários. A população da Terra na época de Jesus consistia talvez em 250 milhões de seres humanos. Havia quase quatro milhões de norte-americanos na época da Convenção Constituinte de 1787; no início da Segunda Guerra Mundial havia 132 milhões de americanos. Existe 93 milhões de milhas ou 150 milhões de quilômetros da Terra até o Sol. Aproximadamente 40 milhões de pessoas foram mortas na Primeira Guerra Mundial; 60 milhões de pessoas foram mortas na Segunda Guerra Mundial. Há 31,7 milhões de segundos num ano, como é bastante fácil verificar. Os arsenais nucleares no fim da década de 1980 continham um poder explosivo suficiente para destruir um milhão de Hiroshimas. Para muitos fins e por longo tempo, o “milhão” era a quintessência dos números grandes. Mas os tempos mudaram. Agora o mundo tem um grupo de bilionários – e não somente por causa da inflação. A idade da Terra está bem determinada em quatro vírgula seis bilhões de anos. A população humana {Na época} está se aproximando a sete bilhões de pessoas {Nós já chegamos nesses sete bilhões}. Cada aniversário representa outros bilhões de quilômetros ao redor do Sol. A Terra gira ao redor do Sol muito mais rapidamente do que a nave espacial Voyager se afasta da Terra. {Então, a gente acha que está parado} Quatro bombardeiros B2 custam um bilhão de dólares. Alguns dizem dois ou até quatro bilhões.
26	P. B2 é um avião, né!?
27	E ₅ . É ele super.
28	P. Supersônico, né!?
(...)	
29	[corte nosso] P _L . Em 1980, quando a série da televisão foi ao ar pela primeira vez, as pessoas estavam preparadas para os bilhões. Meros milhões tinham se tornado um pouco diminutos, fora de moda, mesquinho. Na realidade,

pelos autores.

11 Personagens do programa televisivo brasileiro exibido pela rede Globo até 2016 intitulado Programa do Jô.

Turno	Transcrição
	as duas palavras têm um som tão parecido que é preciso fazer um grande esforço para distingui-las. É por isso que, em “Cosmos”, eu pronunciava “bilhões” com um “b” bastante explosivo, o que algumas pessoas tomaram por um sotaque idiossincrático ou defeito de fala.
30	P. Então ele usava com o enfático “Bilhões”, né!? É que assim, no inglês, tem uma (...) é muito parecido o milhão e o bilhão. No português, a gente já consegue diferenciar um pouco mais. [corte nosso]
...	...
34	P. Milhões, foram milhões de pessoas que morreram na primeira guerra, milhões de pessoas que viviam na época de Cristo. O milhão era a distância da Terra até o Sol. Era não, é até hoje. Então o que acontece, então milhão era cunho de número grande. Com o passar do tempo, que acompanhou o desenvolvimento tecnológico, da ampliação da consciência humana etc. e tal. O milhão se tornou uma coisa pequena.
(...)	
64	P. Um modo inequívoco de determinar o número grande que está em discussão é simplesmente contar os zeros depois do número um. Mas se há muito zeros, isso pode se tornar aborrecido. É por essa razão que colocamos pontos ou espaços depois de cada grupo de três zeros.
(...)	
72	P. Como são pessoas práticas, os cientistas e os matemáticos fazem exatamente isso. {É... Criaram, né!? a chamada notação científica ou notação exponencial}. Você escreve o número dez; depois um número pequeno, alçado à direita do dez, como um sobrescrito, informa quantos zeros existem depois do número um. Assim, dez elevado a seis,
73	P. né!? [o professor vira para a lousa e escreve 10^6 ao mesmo tempo que fala] Dez elevado a seis, significa o quê? O número um seguido de seis zeros, tá!?
74	E. Vimos isso em matemática.
75	P. Vocês viram isso em matemática?
76	Am. Ele estava pedindo para... é (...) sobre contagem de números mesmo, daí quanto tempo levaria para as pessoas concluírem [incompreensível]
77	P. Certo! Então ele vai, então ele fala assim: para expressar, né!? [o professor escreve na lousa 10^9 ao mesmo tempo que fala] dez elevado a nove, tá!? Então seria o quê? O número um com...
78	E. Nove zeros.
79	P. Nove zeros, tá!? E assim por diante. Para vocês... [um estudante fala algo incompreensível] há?
80	E. Dez elevado a vinte e cinco.
81	P. Dez elevado a doze, aí ele vai dando e assim por diante.
82	P. Esses pequenos sobrescritos são chamados de expoentes ou potências; por exemplo, dez elevado a nove é descrito como dez elevado à potência de nove, que é o equivalentemente a dez elevado a nona (à exceção de dez elevado ao quadrado e dez elevado ao cubo, que são chamados de cubo ou quadrado). Essa expressão, à potência – como parâmetro e vários outros termos científicos e matemáticos –, está entrando na linguagem todos os dias, mas com o significado cada vez mais obscuro e distorcido. Além da clareza, a notação exponencial tem um maravilhoso benefício colateral: é possível multiplicar dois números quaisquer simplesmente somando-se os expoentes apropriados. Assim, mil vezes um bilhão é {O quê?} dez elevado a três vezes dez elevado a nove que é igual a dez elevado a doze [o professor gesticula como se estivesse escrevendo no ar os números e operações que fala].

Fonte: Lima (2016).

A interpretação dos dados do Quadro 3 pode causar estranheza ao compará-los com a categorização do Quadro 1, uma vez que no Quadro 1 há a indicação de uma abordagem comunicativa não interativa e de autoridade e os dados do Quadro 3 indicam interação em alguns momentos. Essa aparente divergência ocorre pelo fato de no Quadro 1 estarem representadas as categorizações predominantes das ações/aulas desenvolvidas pelo professor durante a aplicação da SD e não o seu detalhamento.

O trecho transcrito evidenciou que o docente usou o discurso de DC presente no livro tanto para introduzir quanto para explicar o objeto de estudo. Além disso, o discurso de DC foi incorporado integralmente (ao menos no que se refere ao primeiro capítulo do livro) na composição da narrativa científica escolar. Como o capítulo do livro foi previsto no planejamento e mobilizou elementos que ajudaram os estudantes a responder à problematização da sequência didática, é plausível considerar que a narrativa começou a ser produzida durante o planejamento e não exclusivamente na execução da atividade de ensino em sala de aula.

O capítulo lido pelo professor apresenta uma estrutura clara para a abordagem da notação científica. No início o autor buscou problematizar a notação de números grandes e a sua presença no cotidiano das pessoas, deixando para o final do capítulo a proposta de explicar o funcionamento da notação científica.

Para a produção da narrativa, Sagan se valeu de informações diversas da história da humanidade, da economia, dos investimentos militares dos Estados Unidos, bem como de dados acerca do universo. Com essas informações ele pretendia aproximar o público do objeto discursivo: a representação numérica.

Observa-se a contraposição entre quantidades ao mencionar pessoas e aparatos capazes de provocar a morte ou destruição, o que denota certo viés contraditório aos números.

A incorporação do discurso ocorreu em meio a comentários do professor buscando aproximar as informações do contexto brasileiro, atualizar os dados e explicar determinados elementos do livro (turnos 18, 25 – em diversos momentos – e 72). Por meio dessas informações adicionais e sem alterar a estrutura narrativa do texto, o professor buscou dar destaque aos sentidos presentes no texto, de forma a facilitar a sua compreensão, estratégia utilizada por ele para conduzir as interpretações, que estavam sendo feitas pelos estudantes, dos conceitos e termos utilizados. Dessa forma, essas inferências foram balizadores utilizados para fortalecer uma compreensão adequada.

Esses comentários foram produzidos ao longo do episódio de ensino e indicaram que o professor considerou que os estudantes, ou a maior parte deles, desconheciam sujeitos, objetos, termos e temas que tinham sido abordados pelo autor do livro. Trata-se, portanto, de uma adequação do suporte de DC para seu uso em situações de ensino. As adaptações da DC nos contextos da educação formal são comuns e recomendadas por pesquisadores da área de educação em Ciências. De acordo com Kemper, Zimmermann e Gastal (2010, p. 40), “ao levar o material de DC para a sala de aula, o professor deve ter em mente que esse material pode ter limitações, inspirando alguns cuidados quando de sua utilização para fins de ensino”.

Vale ressaltar que “o enunciado é produzido em meio às múltiplas correlações que interpenetram o objeto, os discursos alheios e o discurso em processo. O enunciado é produzido tendo em vista um objeto já apreciado, portanto não está pautado apenas em seu referente, mas também nos enunciados sobre o referente, ou seja, nos discursos alheios” (Lima & Giordan, 2017b, p. 87b). As inter-relações existentes no enunciado permitiram entender que as intervenções do professor estavam dialogicamente articuladas na produção enunciativa. Isso significa que os enunciados de autoria do docente se constituíram em elos na cadeia da comunicação social, estabelecida na sala de aula entre ele, os estudantes e o autor do TLDC, que está orientada tanto para a apreciação do objeto discursivo quanto para a ampliação da corrente comunicativa. Sendo assim, a intervenção estava orientada de forma a permitir que os estudantes estabelecessem réplicas acerca do objeto discursivo, o que se constitui como um passo importante para a compreensão.

Ainda que seja possível interpretar as intervenções de modo amplo, os enunciados, quando observados individualmente, em seus contextos de produção, possuem propósitos distintos. No turno 18, o discurso do professor se diferenciou do discurso de DC uma vez que estava orientado para a compreensão e produção de réplicas pelos estudantes. Essa diferença entre o discurso do professor e de Sagan também ficou evidente no turno 23, ressaltando-se que o enunciado do docente (“Para na rua, fala aí Bilhões e Bilhões para mim”) buscou evidenciar e destacar um sentido de popularidade presente no discurso de DC.

Em seguida, no turno 25, as intervenções do professor contemplaram tanto a orientação para a produção de sentidos (“O escritor dos livros” e “Esses são personagens americanos”), quanto o destaque de determinado sentido (“Bom, falar elementar caro Watson sem dúvidas, rapidinho lembramos de Sherlock Holmes”). Além disso, houve um novo propósito na intervenção que buscou sintetizar os sentidos presentes no livro até aquele momento da leitura (“Então, estão citando ele, falando sobre ele, mas ele nunca disse isso daí”). Ainda no mesmo turno, é possível observar a produção de um diálogo com a DC, em forma de justificativa, quando o professor disse: “já que todo mundo está pedindo, né!?”, enunciado que foi produzido após um movimento de alteridade, momento em que o professor se colocou no lugar do autor e sintetizou o sentimento expresso pelo discurso de DC. Logo a seguir é possível notar que a estratégia enunciativa do docente partiu da síntese de um sentimento apresentado na DC para chamar a atenção dos estudantes, pois em seguida ele disse: “Aí ele vai fazer a reflexão, né!?”.

Entre os turnos 25 e 34, interpretamos que o professor considerou a existência de um problema comunicativo, levando em conta que os alunos não estavam compreendendo ou podiam ter dificuldades de compreender o que foi expresso por Carl Sagan. Tais dificuldades estavam relacionadas, sobretudo, ao universo sociocultural dos estudantes, que ainda estavam em formação e, por isso, não reconheciam termos, ideias e sujeitos mencionados pelo autor. Assim, o professor tomou posse da fala para tentar minimizar as dificuldades que poderiam existir entre a comunicação de Sagan e os estudantes.

Com a tentativa de atenuar as diferenças entre os horizontes sociais dos estudantes e do autor, o professor demarcou sua posição social em sala de aula. Ele não foi apenas um meio para a transmissão das ideias presentes no livro, mas atuou sobre elas. Ele foi o sujeito responsável pela leitura, sim, mas superou

essa função. O livro foi utilizado arbitrariamente pelo professor, pois ele selecionou as seções, as frases e quando essas foram lidas.

É relevante notar a autonomia do professor durante o uso do livro e como ele atuou entre o livro e os alunos. As enunciações produzidas nos turnos 30 e 34 nos parecem uma espécie de *feedback*, em busca de uma síntese, que foi elaborada por ele com base nos turnos 25 e 29. O discurso do docente não expressou necessariamente uma interpretação, mas sim uma reelaboração contextualizada que visava a compreensão do enunciado pelos estudantes.

Essa autonomia do professor permitiu que ele produzisse uma relação assimétrica entre o que ele falava e o que estava escrito no livro. Ao utilizar o discurso citado, o professor pôde respondê-lo e/ou reelaborá-lo quantas vezes foram necessárias, ao contrário do livro que é incapaz, por si só, de produzir réplicas distintas daquelas já escritas em uma determinada edição. Desse modo, a interação ocorrida em sala de aula não pode ser caracterizada pela equipolência enunciativa, ou seja, por enunciados que possuem valores equivalentes, mas sim pelo prevaletimento da voz do professor sobre a voz de Sagan. A partir disso, é importante retomar a questão da interatividade da atividade, pois os registros mostram uma aparente interatividade entre a voz de Sagan, a do professor e a dos estudantes. Contudo, a relação entre a voz do professor e a de Carl Sagan é baseada na posse, na apropriação da voz do cientista pela voz do professor. Trata-se de uma interatividade conduzida por propósitos educativos, que usa a voz alheia para a produção de um contexto monológico coerente, tal como apontado por Bakhtin (2009) quando discute o uso do discurso citado.

A partir do turno 64, houve uma mudança na estrutura das intervenções. Enquanto as intervenções apresentadas entre os turnos 17 e 63 estavam orientadas, sobretudo, para conduzir ou guiar as interpretações dos estudantes em relação aos objetos discursivos presentes no livro de DC, as intervenções a partir do turno 64 passaram a estar orientadas para o desenvolvimento do conteúdo escolar e não apenas para a compreensão, contextualização e/ou diálogo com o texto, ainda que esse elemento continuasse presente. Essa interpretação é fortalecida na medida em que ficou evidente o trabalho docente para materializar na lousa as formas adequadas de representação da notação científica, ou ainda, pelo uso de gestos que também indicavam essas representações. Assim, as intervenções não estavam orientadas exclusivamente para a interpretação do que estava sendo lido, mas para que os estudantes comesçassem a dominar elementos da representação exponencial. Foi por isso que o professor não apenas materializou na lousa as representações exponenciais como também endereçou perguntas aos estudantes, como: “Dez elevado a seis, significa o quê?”, “dez elevado a nove, (...) Então seria o quê?” e “Dez elevado a doze, aí ele vai dando e assim por diante”. Embora nem todas as perguntas tenham sido respondidas pelos estudantes, quando o professor as enunciou ele destacou a necessidade de os estudantes serem capazes de produzir réplicas, ou seja, compreender esse tipo de representação matemática que também faz parte do conteúdo curricular.

Baseados nisso, podemos afirmar que durante a explicação houve uma alteração na estrutura da narrativa, que passou a ser mais interativa, tanto pelo fato de que a estrutura enunciativa do professor continha perguntas e ele tinha se valido de gestos e de inscrições no quadro de giz, quanto pelo fato de que os estudantes tinham ou passaram a ter elementos para comentar, apresentar respostas ou completar a narrativa conduzida pelo professor. Essa alteração na estrutura narrativa ocorreu devido aos propósitos da atividade (elemento não-verbal que atua na produção enunciativa), na medida em que o professor a planejou para ensinar conceitos e para isso considerou que a manifestação dos estudantes poderia contribuir para a aprendizagem e para o desenvolvimento da narrativa. A interação entre os turnos 73 e 81 realçou que o discurso de DC estava a serviço da narrativa científica escolar, e por isso ele foi manejado de acordo com os interesses de educadores e educandos. Após essas interações, o professor continuou a apresentar exemplos de uso da notação científica para representar quantidades, conforme consolidado no Quadro 4, a seguir.

Quadro 4: Transcrição¹² de um trecho da leitura do livro “Bilhões e Bilhões” (Sagan, 1996).

Turno	Transcrição das enunciações
89	P _L . Então, se a gente pegar uma colher cheia de terra... Então vamos lá, vamos começar a treinar aí. (...) Se a gente pegar uma colher de chá, de terra, tá!? A gente vai encontrar uma quantidade de bactérias (...) disso aqui, ó (...) de dez elevado a oito. Então, vamos por aqui, colher de chá com terra, aí ele continua: [o professor escreve na lousa 10 ⁸]
90	P _L . Os de grãos de areia de uma praia, de todas as praias da Terra, talvez de dez elevado a vinte [o professor escreve na lousa o valor 10 ²⁰]

¹² Legenda: P_L – enunciados lidos pelo professor; P – enunciados do professor; E – enunciados do estudante; As frases escritas entre chaves representam enunciados do professor no contexto da leitura; frases escritas entre colchetes são descrições da situação pelos autores.

Turno	Transcrição das enunciações
91	As. Só?
92	P _L . De seres vivos na Terra
93	P. Então aqui é areia, grão de areia, aqui de seres vivos (...) seres vivos, né!? [o professor escreve na lousa: grãos de areia Seres vivos 10^{20}] Agora, aqui, que legal
94	P _L . {Total} de átomos em toda a vida sobre a Terra. [o professor começa a escrever na lousa: total de átomos = 10^{41}]
95	As. Ah!.
96	Al. Se for um número pequeno, eu vou reclamar.
97	P. Risos
98	Al. É grande para caramba esse negócio.
99	P. Só sobre a Terra, hein? Um número assim, ó, dez...
100	Al. Dez elevado a cento e alguma coisa.
101	P. Não, não.
102	Al. Quarenta e um. Quarenta e um só? (...) só, não, é mais!
103	As. Quarenta e um, só?
104	Ay. Não, imagina.
105	P _L . {O} de núcleos atômicos do Sol.
106	P. De núcleos atômicos do Sol, só do Sol, tá?! [o professor começa a escrever: núcleos atômicos do sol 10^{57}]
107	Am. Deve ser um número muito grande. Ak. Deve ser quarenta e seis. Al. Quarenta e oito.
108	P _L . Ou número de partículas elementares (elétrons, prótons, nêutrons) {Dá um total de dez elevado a oitenta}
(...)	
116	Aj. Professor!
117	P. Diga, João.
118	Aj. Você estava falando da colher de terra e grão de areia, eu acho que esse total de átomos é o total de átomos que tem naquela areia.
119	P. De areial?
120	Aj. Porque na Terra inteira, não é!?
121	P. Porque, assim, a quantidade de bactéria, né!? E a bactéria é muito menor que o grão de areia, né!? Então, né!? Posso ver aqui, João, pera aí.
122	P. [lê o livro] O grão de areia de todas as praias, dez elevado a vinte, certo!?
123	Ai. Deu o sinal.

Fonte: Lima (2016).

O Quadro 4 apresenta a continuidade da aula por meio de um intenso diálogo entre o professor e os estudantes, sendo possível notar que o propósito de ensino do professor continuou coincidindo com os propósitos narrativos do livro.

Além disso, entre os turnos 89 e 122, o professor fez uso do discurso direto para produzir uma situação interativa. Todavia, o professor não utilizou a situação para promover um debate acerca dos sentidos que estavam sendo produzidos pelos estudantes. A situação foi silenciada pela abordagem interativa/de autoridade (Mortimer & Scott, 2002) utilizada pelo professor. Entendemos que um dos motivos determinantes para o desenvolvimento dessa abordagem comunicativa foi o tempo da aula.

O fragmento acima nos mostra a dificuldade que os alunos tiveram em compreender a notação científica, especialmente no que se refere a encontrar elementos correspondentes no mundo. No caso, o aluno não se conformou que o número estimado de grãos de areia de todas as praias da Terra seja equivalente a 10^{20} (turnos 91 e 118). Isso nos indica que o estudante ainda não tinha domínio dos conceitos de notação científica, visto que 10^{20} , mesmo que seja um número muito inferior à quantidade de átomos presentes em toda a areia, ainda é um número muito grande, equivalente a cem quintilhões. Essa interpretação equivocada dos números exponenciais também foi apresentada por outros estudantes, como mostram os turnos 102, 103, 104 e 107, que indicaram a momentânea dificuldade de compreender a capacidade de representação dos números exponenciais. Observamos que o significado construído sobre a potência de dez estava diretamente relacionado ao sentido que os estudantes atribuíram à ordem de grandeza das quantidades relativas de materiais ao seu redor, o que caracterizou outro movimento discursivo em direção à compreensão.

Cabe destacar que após a leitura do livro e dos desencadeamentos interativos, o professor se dedicou exclusivamente ao aprofundamento da explicação sobre os números exponenciais, na aula seguinte. Nesse sentido, o livro foi utilizado como ferramenta introdutória para uma das atividades desenvolvidas pelo professor. Nessa introdução, o tema foi abordado por meio da contextualização e da explicação, ainda que sintética, dos conceitos estudados.

Assim, a estrutura narrativa utilizada pelo professor não foi homogênea, mas se apoiou especialmente em duas funções, que se diferenciam pelo:

1. Acompanhamento de comentários, para a contextualização ou complementação do conteúdo da DC, contemplando o destaque, a síntese e a orientação para a produção de sentidos;
2. Uso da interação entre os participantes para explicar e desenvolver a compreensão do conteúdo compartilhado pelo currículo e pelo texto de DC.

Ambas as estruturas narrativas foram baseadas na incorporação do discurso alheio. Nesse caso, o discurso citado foi utilizado pelo professor com os mesmos propósitos almejados pelo autor do livro: contextualizar e explicar o conceito de notação científica. O propósito do autor do livro estava num primeiro plano, de forma que é possível encontrá-lo nos sentidos contidos no discurso e no tipo da abordagem utilizada. Em contrapartida, o propósito do professor se fez visível por meio da escolha, da leitura do capítulo do livro, dos comentários e posteriormente do desenvolvimento de outras atividades de ensino.

A manutenção dos propósitos, ainda que frequente, não é uma condição necessária para o uso da DC em situações educativas (Lima, 2016). Geralmente, a equivalência de propósitos está ligada a um uso centrado no assentimento dos valores e sentidos apresentados e no conteúdo que, por sua vez, é basilar para a atividade proposta.

Ainda que os propósitos do professor e do autor do livro sejam coincidentes e transitem entre a contextualização e explicação, quando analisados na situação da produção discursiva, não podemos negar que a atividade do professor estava orientada para um propósito mais amplo que envolvia a interpretação crítica ou solução do problema apresentado durante a SD. Sendo assim, a atividade que apresentamos deve ser interpretada como uma atividade subordinada, organizada hierarquicamente em uma SD. Por isso, enquanto houve um propósito imediato na produção discursiva que coincidiu com os propósitos do suporte de DC utilizado, houve também outros propósitos (secundários) que fundamentaram a atividade do professor para estruturar atividades subsequentes, como o propósito de dar subsídios para o desenvolvimento e encadeamento de atividades planejadas na SD e para a solução do problema apresentado. Levando em conta que uma sequência didática é uma unidade do planejamento de ensino, essas atividades estavam interligadas entre si e com os propósitos das ações que o professor pretendia realizada nas próximas aulas. Nesse sentido, a atividade analisada vislumbrava outros propósitos como a promoção do debate e a produção de materiais que seriam realizados em aulas seguintes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo abordou a questão da produção discursiva por meio da apropriação do discurso de DC, fenômeno que foi problematizado e analisado como uma construção enunciativa híbrida. Investigar esse tipo de produção enunciativa pode indicar novos caminhos para a autonomia docente, uma vez que proporciona modos para a produção da narrativa, que podem ser utilizados pelos professores e incorporados à formação de professores, por meio da integração entre o planejamento, o desenvolvimento e a avaliação das atividades de ensino.

As enunciações híbridas que foram apresentadas estavam fundamentadas no compartilhamento da cultura científica e tecnológica, que foi o objeto de ambos os discursos hibridizados: divulgação científica e ciência escolar. Essas enunciações aproximaram esferas de criação ideológicas distintas (divulgação científica e educação científica) e visaram contemplar um propósito específico que foi determinado, nesse caso, pelo professor.

A relação entre o planejamento de ensino e a execução da atividade de ensino indicou que a narrativa escolar começou a ser produzida durante o planejamento, de modo que a organização dos conteúdos e discursos foi um dos elementos geradores da narrativa desenvolvida durante a execução da atividade de ensino. Para a produção da narrativa, o professor mobilizou o discurso científico escolar e o discurso de divulgação científica, com dois propósitos em especial: para contextualizar e aproximar o conteúdo da DC à

realidade sociocultural dos estudantes e para explicar um conteúdo escolar. Considerando que Crepalde e Aguiar (2018) indicam outras formas de produções híbridas, ressaltamos que a investigação sobre as construções enunciativas híbridas pode apresentar novas nuances acerca da compreensão e da produção discursiva pelo professor. Outros estudos que envolvam a divergência de propósitos entre o autor do texto de DC e o professor podem ser úteis para interpretar como as disputas por valores da cultura científica e da cultura escolar subsidiam as interações em sala de aula e, portanto, sustentam a construção de significados.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela financiamento aos projetos de pesquisa de Marcelo Giordan, Proc. 308240/2019-7 e 426177/2018-5.

REFERÊNCIAS

- Almeida, C., Correa, M. F. N., Bento, I., Jardim, G. A., Ramalho, M., & Dahmouche, M. (2018). Ciência e teatro: um estudo sobre as artes cênicas como estratégia de educação e divulgação da ciência em museus. *Ciência e Educação (Bauru)*, 24, 375-393. <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320180020008>
- Almeida, M. J. P. M., & Sorpreso, T. (2011). Dispositivo analítico para compreensão da leitura de diferentes tipos textuais: exemplos referentes à física. *Pró-Posições*, 22, 83-95. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-73072011000100008>
- Almeida, S. A., & Giordan, M. (2016). Appropriation of the Gender of Science Communication by Children: Fragments of a Journey. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 16, 799-823. Recuperada de <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4589>
- Amorin, M. (2009). Memória do objeto – uma transposição bakhtiniana e algumas questões para a educação. *Bakhtiniana*, 1(1), p. 8-22. Recuperado de <https://revistas.pucsp.br/bakhtiniana/article/view/2993/1927>
- Bakhtin, M. (2006). *Estética da criação verbal*. (Tradução Paulo Bezerra). São Paulo, SP: Martins Fontes.
- Bakhtin, M. (Volochinov, V.) (2009). *Marxismo e Filosofia da Linguagem: Problemas fundamentais do método sociológico na ciência da linguagem*. (Trad. Michel Lahud et al. 9a ed.). São Paulo, SP: Hucitec.
- Bakhtin, M. (2015). *Teoria do romance I: a estilística*. (Tradução Paulo Bezerra). São Paulo, SP: Editora 34.
- Brandist, C. (2016). Bakhtinian Bildung and the Educational Process: Some Historical Considerations. *Educational Philosophy and Theory*, 49(9), 867-878. <https://dx.doi.org/10.1080/00131857.2015.1135411>
- Bucchi, M. & Trend, B. (2014) Science communication research: Themes and challenges. In M. Bucchi, & B. Trend (Eds.) *Routledge Handbook of Public Communication of Science and Technology (1-14)*. (2nd. ed.). New York: Routledge.
- Cerezo, J., & Cámara, M. (2007). Scientific culture and social appropriation of the science. *Social Epistemology*, 21(1), 69-81. <https://dx.doi.org/10.1080/02691720601125522>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education*. (6th ed). London: Routledge.
- Correia, D., & Sauerwein, I. (2017). As leituras de textos de divulgação científica feitas por licenciandas no estágio supervisionado em física. *Revista Brasileira de Ensino Física*, 39(3), e3401. <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2016-0260>
- Crepalde, R., & Aguiar Jr, O. (2018). O híbrido energia enunciado por professores de física e biologia em formação inicial. *Educação em revista*, 34, e184028-26. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-4698184028>
- Cunha, M. (2009). *A percepção de Ciência e Tecnologia dos estudantes do ensino médio e a divulgação científica*. Tese (Doutorado) – FE/USP, São Paulo, Brasil. <http://dx.doi.org/10.11606/T.48.2010.tde-02032010-091909>

- Dias, R., & Almeida, M. J. P. M. (2009). Especificidades do jornalismo científico na leitura de textos de divulgação científica por estudantes de licenciatura em física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 31(4), 4401-4412. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11172009000400013>
- Duarte, N. (1998). Relações entre ontologia e epistemologia e a reflexão filosófica sobre o trabalho educativo. *Perspectiva*, 16, 29, 99-16. <https://dx.doi.org/10.5007/%25x>
- Faraco, C. (2009). *Linguagem & diálogo: as ideias linguísticas do círculo de Bakhtin*. São Paulo, SP: Parábola.
- Freitas, M. T. A., Bernardes, A. S., Pereira, A. P. M. S. & Pereira, M. L. (2015). O sujeito nos textos de Vigotski e do Círculo de Bakhtin: implicações para a prática da pesquisa em Educação. *Fractal: Revista de Psicologia*, 27, 50-55. <http://dx.doi.org/10.1590/1984-0292/1355>
- Galvão, C. (2005). Narrativas em educação. *Ciência & Educação*, 11(2), 327-345. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132005000200013>
- Giordan, M. (2008) *Computadores e linguagens nas aulas de ciências: Uma perspectiva sociocultural para compreender a construção de significados*. Ijuí/RS: UNIJUÍ.
- Godin, B., & Gingras, Y. (2000). What is scientific and technological culture and how is it measured? A multidimensional model. *Public Understand os Science*, 9(1), 43-58. <https://dx.doi.org/10.1088/0963-6625/9/1/303>
- Grillo, S. (2006a). A noção de 'tema do gênero' na obra do Círculo de Bakhtin. *Estudos linguísticos*. (São Paulo), 1, 1825-1834.
- Grillo, S. (2006b). Divulgação científica na esfera midiática. *Intercâmbio*, 15, 1-10. Recuperado de <https://revistas.pucsp.br/intercambio/article/view/3691/0>
- Kemper, A., Zimmermann, E., & Gastal, M. (2010). Textos populares de divulgação científica como ferramenta didático-pedagógica: o caso da evolução biológica. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*. 10(3), 25-50. Recuperado de <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4086>
- Lima, G. S., & Giordan, M. A divulgação científica em sala de aula: aportes do planejamento de ensino entre professores de ciências. In M. Giordan, & M. B. da Cunha. (Orgs.). *Divulgação científica na sala de aula: perspectivas e possibilidades*. Ijuí/RS: Unijuí, 2015, v. 1, p. 285-306
- Lima, G. S. (2016). *O professor e a divulgação científica: apropriação e uso em situações formais de ensino*. (Tese de doutorado). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo/SP. <https://dx.doi.org/10.11606/T.48.2016.tde-16082016-093959>
- Lima, G. S., & Giordan, M. (2017a) Propósitos da divulgação científica no planejamento de ensino. *Ensaio: Pesquisa em educação em ciências*, 19, p. 1-23. <https://dx.doi.org/10.1590/1983-21172017190122>
- Lima, G. S. & Giordan, M. (2017b). Características do discurso de divulgação científica: implicações da dialogia em uma interação assíncrona. *Investigações em Ensino de Ciências*, 22(2), 83-95. <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2017v22n2p83>
- Lima, G. S., & Giordan, M. (2018). The Teacher's Movements Toward the Use of Science Communication in the Classroom: A Model from the Activity Theory. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 18, 521-547. <https://dx.doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018182521>
- Lima, G. S., & Giordan, M. (2021, no prelo). Da reformulação discursiva a uma práxis da cultura científica: reflexões sobre a divulgação científica. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*.

- Marx, K. (2013). *O capital: crítica da economia política*: Livro I: o processo de produção do capital. São Paulo, SP: Boitempo.
- Matusov, E. (2009). *Journey into dialogic pedagogy*. New York: Nova Science Publishers.
- Miller, Steve (2001). Public understanding of science at the crossroads. *Public Understanding of Science*, 10, 115-120. <https://dx.doi.org/10.3109/a036859>
- Moreira, L., & Marandino, M. (2015). Teatro de temática científica: conceituação, conflitos, papel pedagógico e contexto brasileiro. *Ciência & Educação (Bauru)* 21(2), 511-523. <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320150020015>
- Mortimer, E. F., & Scott, P. Atividade discursiva nas salas de aula: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, 3(7), 2002. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/562>
- Mota, G. P. R., Gontijo, G. B., & Oliveira, J. R. S. (2017). A revista Pesquisa Fapesp como recurso para abordagem da Sociologia da Ciência. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 17, 953-983. <https://dx.doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2017173953>
- Narzetti, C. (2013). 'A filosofia da linguagem de V. Voloshinov e o conceito de ideologia'. *Alfa*, 57(2), 367–388. <https://dx.doi.org/10.1590/s1981-57942013000200002>
- Nascimento, T. (2005). O discurso da divulgação científica no livro didático de ciências: características, adaptações e funções de um texto sobre clonagem. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 5(2), 1-13. Recuperado de <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4060>
- Navas, A. M., Contier, D., & Marandino, M. (2007) Controvérsia científica, comunicação pública da ciência e museus no bojo do movimento CTS. *Ciência & Ensino (Bauru)* (Online), 1(1), 1-12. Recuperado de <http://143.0.234.106:3537/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/127/102>
- Piassi, L. (2013). Clássicos do cinema nas aulas de ciências - A física em 2001: uma odisseia no espaço. *Ciência & Educação (Bauru)*, 19(3), 517-534. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132013000300003>
- Pinto, G. (2009). Literatura não-canônica de divulgação científica em aulas de ciências. *Ensaio: pesquisa em educação em ciências*, 11(2), 299-317. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172009110207>
- Polino, C., & Castelfranchi, Y. (2012). Comunicación pública de la ciencia. Historia, prácticas y modelos. In E Aibar, & M. A. Quintanilla (Eds.). *Enciclopedia Ibero Americana de Filosofía*. v. 32: Ciencia, tecnología y sociedad (351-378) Madrid: Trotta.
- Reznik, G., Massarani, L., & Moreira, I. C. (2019). How does the image of the scientist appear in short animation films? *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, 26(3), p. 753-777. <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-59702019000300003>
- Rocha, M. (2012). O potencial didático dos textos de divulgação científica segundo professores de ciências. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 5(2), 47-68. <http://dx.doi.org/10.3895/S1982-873X2012000200005>
- Rodrigues, R. (2004). Análise de gêneros do discurso na teoria bakhtiniana: algumas considerações teóricas e metodológicas. *Linguagem em (Dis)curso*, Tubarão, 4(2), 415-440. Recuperada de <http://linguagem.unisul.br/paginas/ensino/pos/linguagem/linguagem-em-discurso/0402/040208.pdf>
- Sagan, C. (1996). *Bilhões e Bilhões*: reflexões sobre a vida e a morte na virada do milênio. São Paulo, SP: Companhia das Letras.
- Santos, M. E. (2009). Ciência como cultura - paradigmas e implicações epistemológicas na educação científica escolar. *Química Nova*, 32(2), 530-537. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422009000200043>

- Silva, L. S. & Alves, L. M. S. A. (2013). As contribuições do pensamento bakhtiniano para o campo das pesquisas em educação. *Nuances: estudos sobre Educação*, 24(3), 101-117. <http://dx.doi.org/10.14572/nuances.v24i3.2701>
- Simis, M. J., Madden, H., Cacciatore, M. A. & Yeo, S. K. (2016) The lure of rationality: Why does the deficit model persist in science communication? *Public Understanding of Science*, 25(4), 400-414. <https://dx.doi.org/10.1177/0963662516629749>
- Snow, C. (1993). *As duas culturas e um segundo olhar*. Trad. Renato Rezende Neto. São Paulo, SP: Universidade de São Paulo.
- Souza, P. H. & Rocha, M. (2017). Análise da linguagem de textos de divulgação científica em livros didáticos: contribuições para o ensino de biologia. *Ciência & Educação (Bauru)*, 23(2), 321-340. <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320170020003>
- Souza, P. H. & Rocha, M. (2018). O caráter híbrido dos textos de divulgação científica inseridos em livros didáticos. *Ciência & Educação (Bauru)*, 24(4), 1043-1063. <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320180040015>
- Vigotski, Lev (2000). Psicologia concreta do homem. *Educação & Sociedade*, 21(71), 23-44. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-73302000000200002>
- Vogt, Carlos (2011). The spiral of scientific culture and cultural well-being: Brazil and Ibero-America. *Public Understanding of Science*, 21(1), 4-16. <https://dx.doi.org/10.1177/0963662511420410>
- Wertsch, James (1998). *Mind as action*. New York, USA: Oxford Univ. Press.
- Zanetic, João (2006). Física e Arte: uma ponte entre duas culturas. *Pro-Posições*, 17(1), 39-57. Recuperado de https://www.fe.unicamp.br/pffe/publicacao/2344/49_dossie_zaneticj.pdf

Recebido em: 13.02.2020

Aceito em: 30.08.2020