

O Movimento Docente para o Uso da Divulgação Científica em Sala de Aula: Um Modelo a partir da Teoria da Atividade

The Teacher's Movements Toward the Use of Science Communication in the Classroom: A Model from the Activity Theory

Guilherme da Silva Lima  Brasil
Marcelo Giordan  Brasil

A divulgação científica (DC) é um dos suportes que os professores de ciências podem usar para fomentar atividades de ensino. Ressalta-se, porém, que a DC é produzida para atender as necessidades de comunicação entre representantes da cultura científica e a sociedade, não sendo a escola um destino presumido da DC. Assim, para os professores de ciências usarem a DC em situações de ensino é necessário a apropriação dessa ferramenta cultural e adequação da mesma para os propósitos educacionais. Este trabalho apresenta um modelo para compreender o movimento docente para o uso da DC em sala de aula, para tanto se fundamenta na teoria da atividade e analisa a partir dos sistemas de atividades como o professor interage com a DC. O modelo destaca quatro sistemas de atividades em que professores atuam, suas interações e desdobramentos, que estão alocados em diferentes níveis hierárquicos.

Palavras-chave: divulgação científica; teoria da atividade; ensino de ciências; formação de professores.

The science communication (SC) is one of the means that the science teacher can use to foster teaching activities. However, it is noteworthy that the SC is produced to meet the communications needs between the science culture and the society, and the school is not a presumed address to science communication. Thus, in order for science teachers to use SC in teaching activities, they need to appropriate it and adapt it to educational proposes. This paper presents a model that aims to understand the teacher's movements for using science communication in the classroom. Grounded on the activity theory, it analyzes from the system of activities approach how the teacher interacts with the SC. The results highlight four systems of activities in which science teachers act, their interactions and unfoldings, which are classified in three hierarchical levels.

Keywords: science communication; activity theory; science teaching; teacher training.

Introdução

O professor de ciências usa diversos suportes e técnicas de ensino para atingir os objetivos educacionais. Dentre os suportes, o livro didático provavelmente é o mais frequente. No entanto, existem diversas experiências que demonstram a utilização de atividades experimentais, filmes, músicas e suportes de Divulgação Científica (DC) (Martins, Nascimento, & Abreu, 2004; Zômpeiro, & Laburú, 2012; Ernst, Silveira, & Albarrancín, 2016; Dias, & Messeder, 2017). Alguns desses suportes, porém, não são produzidos para este fim, fato que pode proporcionar dificuldades para planejar e desenvolver atividades de ensino.

A interação do professor de Ciências com a DC é o foco desse trabalho. Tomamos como referência o fato de que suportes de DC são frequentes no ensino de Ciências (Lima, & Giordan, 2017a). Ressaltamos, porém, que o uso desse suporte não ocorre de modo similar ao livro didático, ainda que seja predominantemente produzido pela escrita. Enquanto o livro didático é produzido com o intuito de atender e se adequar às situações de ensino, a DC não é. Nesse sentido, a DC entra em sala de aula através de percursos diferentes, a partir de práticas culturais determinadas predominantemente pela interação com a comunicação social.

A comunicação social é o lócus original da DC. A DC, por sua vez, visa estabelecer interações entre a cultura científica e determinados públicos da sociedade. Ressaltamos que de modo algum a DC tem como audiência um público amplo e genérico da sociedade. As reportagens, entrevistas, programas televisivos etc., que compõem as produções que classificamos como DC, almejam públicos específicos. Podemos encontrar suportes de DC destinados às crianças, ao cidadão médio, aos sujeitos que possuem maior interação ou aproximação com a cultura científica, e assim por diante. O fato é que a DC é um instrumento produzido pela comunicação social que medeia a interação dos sujeitos com a cultura científica.

O fato de a origem da DC ser a comunicação social não suprime a relação da DC com a educação. Gouvea e colaboradores (Gouvea, Pimenta, & Casari, 2014, p. 20) destacam que o jornal “é documento, fonte de informação, é objeto da cultura material da Modernidade e com ela se modifica; e como objeto da cultura torna-se dispositivo pedagógico, pois indica possibilidades de educar nosso olhar sobre o mundo”. Tal possibilidade de transformação em dispositivo pedagógico faz do jornal e, no caso estudado, da DC um instrumento da comunicação social capaz de circular por diversas esferas da atividade humana, das quais evidenciamos a comunicação social e a educação.

Quando focamos no uso da DC com propósitos educativos na escola, diversas características do suporte e de seu consumo são alteradas. O estudante, por exemplo, não interpreta a DC como suporte de origem exclusiva da comunicação social, mas também da escola (Lima, & Giordan, 2017a), pois a escola é a instituição que também permite a interação dele com a DC. Além disso, quando em uso em situações formais de ensino, a DC apresenta algum propósito de ensino específico, isto é, pode contribuir: para o desenvolvimento de um conceito; para desenvolver a história da ciência; para promover

o debate etc. (Lima, & Giordan, 2017a). Em suma, o uso da DC em situações formais de ensino exige uma reestruturação das atividades educativas associada à apropriação¹ da DC.

Quando pensamos na atividade de leitura, entendemos que a leitura de um livro didático requer planejamento e estrutura diferente da leitura de uma reportagem de DC. Pagliarini e Almeida (2016, p. 313–314) contribuem com essa discussão ao destacar que:

a abordagem de conteúdos da física por meio da leitura [de um suporte de DC] aproximou os estudantes de assuntos científicos com uma linguagem que, muitas vezes, é mais acessível do que a formalização matemática excessiva que se encontra nos conteúdos curriculares da disciplina escolar.

Reconhecemos que os autores não estudam especificamente as diferenças entre a leitura do livro didático e da DC. No entanto, podemos expandir essa consideração uma vez que a formalização matemática excessiva também é frequentemente encontrada em livros didáticos. Desse modo, entendemos que textos de DC podem articular aspectos distintos daqueles comumente abordados pelos livros didáticos, seja pela estrutura narrativa ou mesmo pelas relações estabelecidas por conceitos, histórias e práticas pertinentes à cultura científica.

Moreira e colaboradores (2017) também contribuem para essa discussão ao desenvolverem um estudo sobre a relação de um texto didático com a abordagem CTS. Os autores alegam que a

análise mostrou intertextos da pesquisa em educação em ciências na composição do LD, Livro Didático, analisado, tais como escolhas pautadas (i) no diálogo com o estudante, (ii) na construção do conhecimento como processo situado historicamente em oposição ao conhecimento como pronto e verdadeiro, (iii) na reflexão como forma de aprendizagem (Moreira, Pereira, & Martins, 2017, p. 7).

Essas características encontradas em livros didáticos não podem ser ampliadas como características da DC que geralmente não tem como principal propósito a educação científica. Características similares também podem ser encontradas na DC, como o diálogo com o público e abordagem historicamente situada. Contudo, os fundamentos das narrativas encontradas no livro didático e na DC são distintos, especialmente devido aos motivos que sustentam a produção desses suportes. Nesse sentido, a DC não estabelece diálogo com estudantes, mas com consumidores de jornais, revistas, blogs, canais digitais, programas televisivos, produções cinematográficas etc. Sendo assim, a adaptação da DC para as situações formais de ensino é uma necessidade basilar para inserir a DC em sala de aula, adaptação esta que geralmente é feita pelo professor.

O problema que orienta este trabalho está centrado no movimento que o docente realiza para se apropriar de um suporte produzido na esfera da comunicação social e usá-lo na esfera da educação. Ainda que reconheçamos que a DC possui características

¹ O entendimento do conceito apropriação usado corresponde às contribuições de Wertsch (1999), que estabelece que a apropriação de uma ferramenta cultural ocorre a partir de seu uso arbitrário pelo sujeito.

educativas inerentes, estas não estão vinculadas à educação formal; portanto, há ao menos um movimento para transformar uma atividade do domínio não-formal ou informal para o domínio formal.

Durante o processo de apropriação, são diversos os momentos em que o professor interage com a DC. A origem dessa apropriação está alocada no consumo de bens culturais produzidos pela comunicação social e o propósito da apropriação da DC está voltado aos objetivos de ensino de determinada área do conhecimento. Nesse artigo, tomamos como objetivo discutir, apresentar e defender um modelo que permita compreender o movimento docente para o uso de suportes de DC em sala de aula. Para tanto, nos baseamos na teoria da atividade.

Considerações sobre a teoria da atividade

Vigotski foi responsável por iniciar os estudos do desenvolvimento humano baseado no materialismo histórico e dialético. Os principais resultados de Vigotski apontam que o ser humano é produto tanto da evolução biológica quanto do desenvolvimento cultural.

Os conceitos fundamentais propostos por ele podem ser estruturados em dois eixos que são basilares para os desdobramentos dessa corrente teórica, a saber: a relação mediada por instrumentos entre o ser humano e o mundo; e a divisão social do trabalho.

Ao responder a questão “O que é o Homem?”, Vigotski (2000, p. 33) destaca: “Para nós é a personalidade social = o conjunto de relações sociais, encarnado no indivíduo (funções psicológicas, construídas pela estrutura social)”. Assim, o Homem é um produto da internalização das relações sociais que, ao mesmo tempo, relaciona-se dialeticamente com a própria estrutura da sociedade, isto é, constitui o social. Desse modo, Vigotski defende a relação dialética entre o indivíduo e a sociedade: se o Homem é o conjunto de relações sociais internalizadas, o social é a organização de indivíduos.

Pino (2000) sintetiza o sentido do termo social em Vigotski:

Primeiro, o social é uma categoria geral que se aplica a um conjunto de fenômenos que, tanto no mundo animal quanto no mundo humano, envolvem diferentes formas de organização dos indivíduos. Segundo, tanto no mundo animal quanto no mundo humano, o social é um “valor agregado” ao biológico, qualquer que seja a maneira como ele emerge (p. 60, grifo nosso).

Por sua vez:

[...] as relações sociais constituem um complexo sistema de posições sociais e de papéis associados a essas posições que define como os atores sociais se situam uns em relação aos outros dentro de uma determinada sociedade e quais são as expectativas de conduta ligadas a essas posições (Pino, 2000, p. 64).

Vigotski, ao se referir aos diferentes atores e papéis sociais, está fundamentado na divisão social do trabalho. Pino (2000, p. 62) esclarece: “a maneira como os homens produzem/reproduzem, pelo trabalho social, as suas condições de existência, físicas e

sociais, representa o seu modo de vida próprio, o qual reflete mais precisamente o que eles são”.

Em síntese, Vigotski destaca que “a natureza psicológica da pessoa é o conjunto das relações sociais, transferidas para dentro e que se tornaram funções da personalidade e formas da sua estrutura” (Vigotski, 2000, p. 27). Desse modo, Vigotski considera que a formação psicológica do ser humano ocorre por meio da internalização das relações sociais.

Tais características que fundamentam a constituição do ser humano apresentam elementos que se referem à importância da mediação, visto ser a constituição do sujeito não um fato por si, mas determinada pelo meio social. Isto é, a própria formação do ser humano é mediada e, por isso, depende de elementos externos que são responsáveis pela formação das funções psicológicas superiores e da personalidade.

Tomar a mediação como fundamento central de uma teoria geral do desenvolvimento humano, conforme se verifica na teoria da atividade de base histórico-cultural, não implica apenas considerar a constituição do ser humano como mediada. Ao retomar trabalhos de Marx e Engels, Leontiev (2004) defende que o trabalho humano é social e produzido por meio de ferramentas, características que diferenciam o ser humano dos outros animais. Para Leontiev, (2004, p. 81): “Por mais complexa que seja a atividade ‘instrumental’ dos animais jamais terá o caráter de um processo social, não é realizada coletivamente e não determina as relações de comunicação entre os seres que a efetuam”. Assim, o trabalho é essencialmente coletivo e trata-se de uma atividade humana sobre o mundo natural e/ou cultural², determinada e destinada à sociedade.

O trabalho humano é, em contrapartida, uma atividade originariamente social, assente na cooperação entre indivíduos que supõe uma divisão técnica, embrionária que seja, das funções do trabalho; assim, o trabalho é uma ação sobre a natureza, ligando entre si os participantes, mediatizando a sua comunicação (Leontiev, 2004, p. 81).

Baseados nisso, entendemos que a interação do ser humano com o mundo ocorre por meio de elementos mediadores, que podem ser compreendidos como ferramentas culturais, e também pelas atividades constitutivas do trabalho coletivo sobre a natureza e a cultura.

Dentre outros neo-vigotskianos, Engeström (2015) se destacou ao compreender a atividade em sua formação social, sistemática e com estrutura mediacional. Em síntese, Engeström ampliou o esquema de representação mediacional de Vigotski (Figura 1), que estabelece a relação entre Sujeito, Instrumento e Objeto, com o intuito de contemplar as relações macrosociais da comunidade que realiza a atividade.

² Ampliamos o sentido do conceito trabalho apresentado por Leontiev para contemplar as atividades sobre a cultura humana.

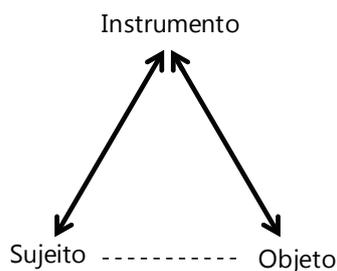


Figura 1. Mediação em Vigotski

Fonte: adaptada de Vigotski, 2000, p. 29.

Para isso, Engeström (2015) propõem o conceito sistema de atividade. Além dos elementos do esquema mediacional proposto por Vigotski, no sistema de atividade, Engeström insere a divisão social do trabalho, a comunidade e as regras que regem as atividades, que já haviam sido discutidas por Leontiev. Para sintetizar a proposta, Engeström (2001) sugere um diagrama que correlaciona os elementos do sistema de atividade (Figura 2).

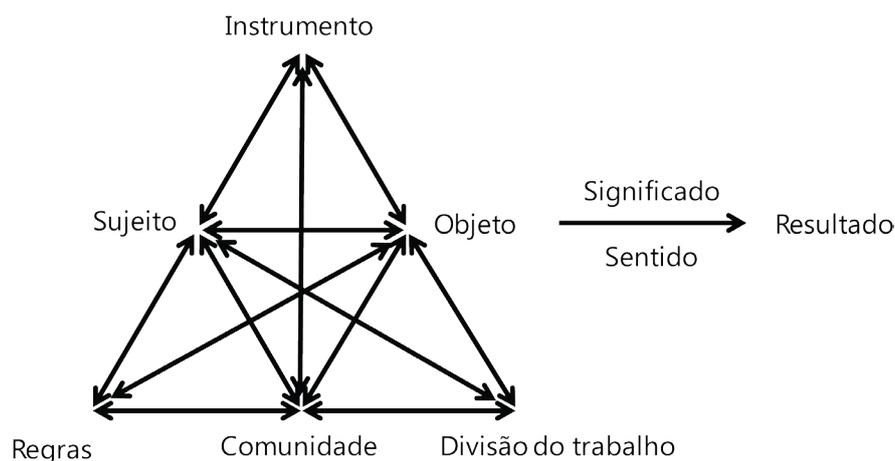


Figura 2. Modelo de sistema de atividade

Fonte: adaptada de Engeström, 2001, p. 135.

O modelo proposto por Engeström (2015) permite correlacionar as ações individuais no contexto de atividades coletivas, regidas por regras coletivas acordadas pela comunidade e pela divisão social do trabalho. O modelo permite, ainda, analisar e compreender as diversas relações existentes entre os elementos da atividade. Por meio de diversos triângulos correlacionais, ele amplia as interações ao inserir elementos caracteristicamente sociais nas formas de convívio do humano. Entendemos que o esquema proposto por Engeström é uma boa contribuição para a teoria da atividade, visto que sintetiza e organiza de modo esquemático e relacional princípios fundamentais abordados por Vigotski e Leontiev.

Para interpretar o modelo proposto por Engeström (2015), podemos frisar o triângulo ‘sujeito – comunidade – objeto’ e sugerir que a interação entre o sujeito e o objeto também é determinada pela comunidade à qual o sujeito pertence. Como exemplo, podemos destacar a relação que o professor tem com o conhecimento científico escolarizado e a relação que um gestor escolar tem com o mesmo objeto. Estas são interações fundamentalmente diferentes, visto que a comunidade dos sujeitos e suas funções sociais variam. Enquanto as relações entre o professor e o conhecimento estão, predominantemente, no plano das práticas de ensino, as relações do gestor estão centradas no desenvolvimento do currículo e no projeto político pedagógico da escola. Ambas as relações estão em sistemas de atividades distintos e, por isso, possuem diferentes regras e divisões sociais do trabalho.

Engeström (2001) destaca também que as atividades não estão isoladas na sociedade, de modo que sistemas de atividades podem interagir. As atividades podem se relacionar devido aos diversos elementos que as compõem, mas cabe ressaltar quando há o compartilhamento de objetos. Quando focamos na divulgação científica, podemos encontrar atividades diferentes com os mesmos objetos. Isso ocorre no caso do consumo e uso da DC em situações de ensino, cujo objeto compartilhado é a cultura científica, que é mobilizada por diferentes motivos.

Engeström (2001) propõem outro infográfico (Figura 3) para sintetizar as interações entre os sistemas de atividade:

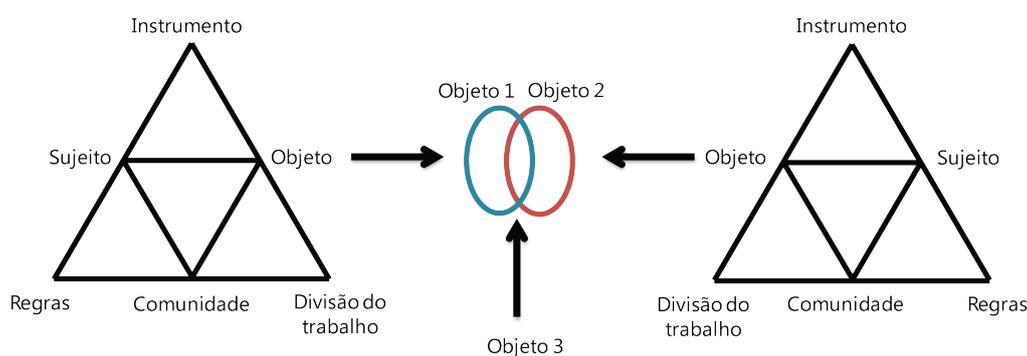


Figura 3. Interação entre sistemas de atividade

Fonte: adaptada de Engeström, 2001, p. 136.

Para ele, a inter-relação entre sistemas de atividade coloca os objetos desses sistemas em contato que, por meio de contradições³, produzem coletivamente um novo

3 O sentido do termo aqui utilizado corresponde ao da tradição marxista. De acordo com Bottomore (1988, p. 79–80), “Embora o conceito possa ser usado como uma metáfora para qualquer espécie de dissonância, divergência, oposição ou tensão, ele assume um significado particular no caso da ação humana (ou, mais geralmente, de qualquer ação orientada para um objetivo), onde especifica qualquer situação que permita a satisfação de um fim unicamente às expensas de um outro, isto é, uma conexão ou coerção”. Ressaltamos que o conceito de contradição é conceito central na dialética marxista e para aprofundá-lo recomenda-se a leitura de Bottomore (1988), bem como os originais de Marx.

objeto. Ressaltamos que, mesmo sendo objetos próximos, em ambas as atividades as formas com as quais os sujeitos interagem com os objetos dependem das atividades que estão sendo realizadas. Por isso quando há interações entre sistemas de atividades, tais interações ocorrem em meio a diversas contradições, conflitos e tensões entre os motivos e objetos de atividade.

As contribuições propostas por Engeström (2001; 2015) sobre a teoria da atividade serão consideradas para interpretar o movimento do professor para mobilizar a DC em situações formais de ensino. O desenvolvimento do argumento está, portanto, baseado nas atividades realizadas pelo docente nas diversas posições sociais que ocupa quando interage ou se apropria da DC. Ainda que possam existir diversos percursos para se relacionar com a DC, consideramos as situações que têm origem quando o docente ocupa a função de consumidor da DC, assim como qualquer outra pessoa que possa ser considerada audiência presumida desse tipo de comunicação. Tendo em vista que o foco da pesquisa está concentrado nas atividades docentes, os desdobramentos da DC no âmbito da aprendizagem dos alunos não são contemplados no modelo de relações proposto para interpretar os sistemas de atividades docentes.

Além do consumo, a divulgação científica também é considerada na perspectiva das atividades de sua produção, pois as relações entre uma e outra forma de atividade são tomadas em suas tensões e contradições que se direcionam para educação científica, motivo principal da mobilização da DC pelo professor. Na direção de especificar e interpretar as práticas docentes, examinamos dois outros sistemas que se conectam para constituí-las: o planejamento do ensino e a performance em sala de aula. Dessa forma, propomos uma abordagem pela teoria da atividade para entender o uso da DC em situações de ensino formal como decorrente da interação entre sistemas de atividades dos quais o professor é um agente.

Sistemas de atividades no movimento docente para a mediação da DC em situações de ensino

Com o intuito de compreender os movimentos dos docentes para o uso da DC em situações de ensino, apresentamos as principais atividades que estão associadas e permitem o uso da DC em sala de aula, quais sejam: o Consumo da DC, a Educação Científica, o Planejamento de Ensino e o Uso da DC em Sala de Aula. Destacamos o fato de que qualquer processo comunicativo é produzido por sujeitos socialmente organizados (Bakhtin, 2009) e, portanto, interpretá-lo apenas por um de seus polos (Consumo) nos induziria a equívocos. Nesse sentido, entendemos ser fundamental contemplar também a atividade de produção da DC, mesmo que ela não tenha o professor como sujeito da atividade. O Consumo da DC é um dos motivos que sustentam a atividade de produção, criando assim uma relação dialética entre uma atividade e outra.

O sistema de atividades de Produção da DC pode ser representado como na Figura 4.

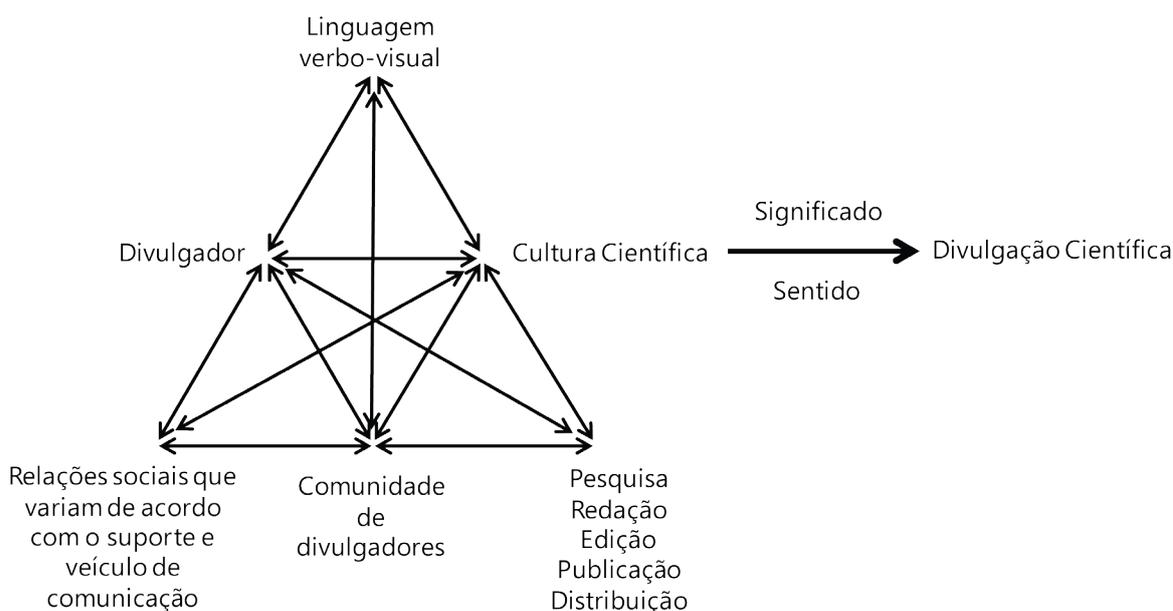


Figura 4. Sistema de atividades de Produção da Divulgação Científica

Fonte: os autores.

Compreender a DC como produto de um sistema de atividades permite interpretá-la nas diversas nuances de sua produção. Temos como sujeito o divulgador que, independente de suas posições sociais (jornalista, cientista ou professor), ocupa o papel de representante da cultura científica nesse sistema de atividades. No instrumento mediacional, consideramos a linguagem verbo-visual, tal como apresentado por Grillo (2009), que é uma forma simbólica frequente para a Produção da DC. O objeto do sistema de Produção da DC (Figura 4) é a própria cultura científica, pois trata-se de um empreendimento humano produzido por meio de processos comunicacionais tendo em vista a comunicação e a inserção de novos membros nessa cultura. A divisão do trabalho ocorre por meio das ações realizadas para a Produção da DC e contempla a pesquisa, redação, edição, publicação, distribuição, dentre outras. Destacamos que a divisão do trabalho varia de acordo com o suporte utilizado. Assim, a divisão do trabalho de um artigo do jornalismo científico é diferente da divisão do trabalho necessária para produzir um documentário audiovisual. Consideramos a comunidade responsável pela Produção da DC como a comunidade de divulgadores, não se tratando exclusivamente da comunidade científica, pois entre seus integrantes encontram-se aqueles que não participam necessariamente dos processos internos de Produção da Ciência como, por exemplo, os jornalistas. Por fim, as regras que regem a Produção da DC se referem às relações sociais entre os sujeitos e variam de acordo com o veículo de comunicação e suportes utilizados. As regras das relações sociais do jornalismo científico não são homogêneas, visto que uma reportagem de DC audiovisual apresentada por um âncora tem regras distintas de um artigo escrito em um periódico semanal. Referente às regras, cabe ressaltar ainda as relações sociais estabelecidas para a Produção da DC, que são

carregadas de posicionamentos ideológicos frente aos objetos e produtos do trabalho coletivo.

Argumentamos anteriormente que não é possível compreender a Produção da DC (Figura 4) de maneira isolada em sua estrutura e elementos constituintes, visto que as audiências ou os destinatários presumidos exercem coerções sobre as produções enunciativas da DC. Por isso, para interpretar a Produção da DC, é necessária a compreensão do consumo desse bem cultural, no caso desse estudo, pelo professor, que apresentamos a seguir.

Para direcionar essa interpretação, posicionamos o professor como sujeito da atividade de Consumo da DC (Figura 5). Ainda que ele não seja o único a consumir DC, nas situações de inserção dos meios de DC na sala de aula ele é o agente promotor.

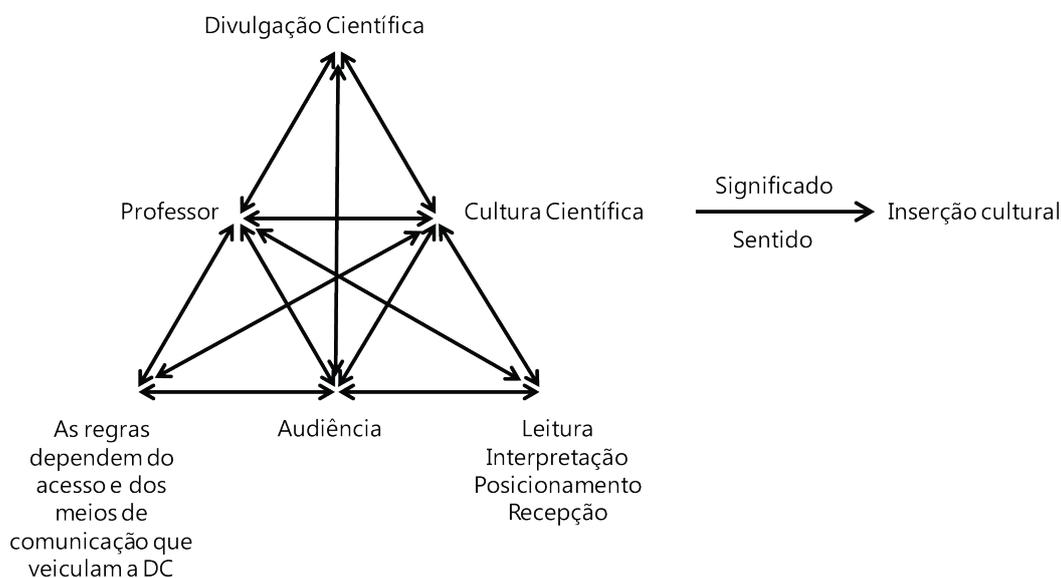


Figura 5. Sistema de atividades do Consumo da Divulgação Científica

Fonte: os autores.

A manutenção da cultura científica como objeto da atividade é determinante para a proposição do modelo. Os sistemas de atividades que classificamos como Produção (Figura 4) e Consumo de DC (Figura 5) se relacionam por meio de contradições, disputas e tensões articuladas pelos motivos geradores das atividades, bem como pelos sujeitos que as realizam e os grupos sociais que são representados. Tais tensões têm como vértice a cultura científica, que é objeto de ambas as atividades. É importante ressaltar que, apesar da manutenção do objeto do sistema de atividades, as formas de interação e conseqüentemente a natureza desse objeto no conjunto das atividades são diferentes. Se por um lado a Produção da DC (Figura 4) se relaciona com a cultura científica por intermédio das práticas e dos produtos científicos, por outro, a atividade de Consumo se relaciona com a cultura científica por meio da DC que, assim como as práticas e os produtos científicos, compõem a cultura científica. As relações existentes entre o

sujeito e a cultura científica no sistema de atividades de Consumo da DC (Figura 5) são, predominantemente, mediatizadas pelos suportes de DC; uma relação que entendemos ser de segunda ordem, ao contrário das relações existentes na atividade de Produção, que são de primeira ordem. No caso da Produção da DC (Figura 4), há uma relação entre o Sujeito da atividade (divulgador) com o Objeto da atividade (cultura científica) e a partir disso a DC é produzida. No caso do Consumo, a interação do Sujeito da atividade (professor) com o objeto da atividade (cultura científica) ocorre por meio da própria DC, isto é, depende de um suporte que contem posicionamentos e direcionamentos sócio ideológicos sobre objeto em questão. É isso que entendemos como interação de segunda ordem: uma interação que é mediada por um produto gerado por uma atividade de produção adjacente, sem a qual seria uma atividade impossível de ser realizada.

Ressaltamos, contudo, que em meio à relação entre sujeito (consumidor) e objeto (cultura científica) existem diversas tensões que são produzidas pelas esferas de criação que sustentam os sistemas de atividades. Tais tensões podem inclusive se manter nas relações entre o sistema de Produção da DC (Figura 4) e o sistema que estabelece o Uso da DC em Sala de Aula⁴ (Figura 9). Todavia, quando focamos o movimento do docente para o uso da DC em situações de ensino, essa nova relação será mais complexa devido ao contexto de consumo, que insere elementos da educação formal na interação entre os sistemas de atividades.

Além da cultura científica, é pertinente destacar a correlação entre os instrumentos mediacionais dos dois sistemas. A linguagem verbo-visual está presente tanto no sistema de Produção da DC (Figura 4) quanto no sistema de Consumo da DC (Figura 5), porém no Consumo, ela já está incorporada ao suporte de DC. Portanto, já na atividade de Consumo da DC (Figura 5), ela se transforma em instrumento mediacional do sujeito para desenvolver práticas sociais do âmbito da cultura científica. A transformação da DC em instrumento mediacional fica mais evidente quando focamos na motivação principal de seu consumo no contexto dessa pesquisa: a inserção de novos sujeitos nas práticas escolarizadas da cultura científica.

A divisão do trabalho nas atividades de Consumo considera uma variedade de ações que se estendem desde o acesso à DC até a leitura e o posicionamento frente aos assuntos abordados. A comunidade de Consumo da DC é, por sua vez, a audiência, os destinatários presumidos⁵, que podem ser professores ou mesmo estudantes, a depender de como é mobilizado o produto da cultura científica. Por fim, as regras, que são próprias das atividades de Consumo e escolha dos suportes de DC, podem ser delimitadas pelos grupos sociais dos quais os leitores fazem parte, bem como pelo acesso e alcance da publicação. A atividade de Consumo gera ainda a inserção cultural dos sujeitos em atividade, pois ela permite que seus consumidores compreendam, se posicionem e criem

4 Uma das principais tensões existentes se refere às coerções do Capital sobre a comunicação social. Muitas vezes, a abordagem de determinado tema ou o viés adotado pelo divulgador científico é determinado por interesses do mercado editorial ou conglomerados econômicos.

5 Ressaltamos que, devido à assincronia da comunicação existente em boa parte da DC, os destinatários reais podem divergir daqueles presumidos no processo de produção da DC (Lima & Giordan, 2017b).

valores a respeito da cultura científica, que é o objeto da atividade. Assim, por meio do instrumento DC, a audiência interage com aspectos da cultura científica.

Outra atividade fundamental para compreender o uso da DC em situações de ensino de ciências é a educação escolar. A educação pode ser considerada como um complexo sistema de atividades multifacetado e concretizado por diversos agentes. Delimitamos seus elementos tendo em vista nosso recorte de pesquisa. Dessa maneira, limitamos nossa análise às características do Ensino de Ciências e as suas condições de produção. Novamente, propomos como objeto desse sistema de atividades a cultura científica que é o principal referente do Ensino de Ciências.

Na Educação Científica, a linguagem é o principal instrumento mediacional entre o professor, o conhecimento e os estudantes. Cabe destacar que a linguagem pode ser expressa de vários modos (Kress, 2010) e por meio de diversos suportes. O livro didático é um suporte amplamente conhecido e utilizado em situações de ensino, mas destacamos a DC como um suporte privilegiado para o ensino de ciências. De uma forma geral, os professores de Ciências mobilizam múltiplas ferramentas culturais para promover o ensino de ciências. Cabe ressaltar ainda que as ferramentas culturais passam necessariamente pelo filtro do professor, pois é ele quem as seleciona para tratar um determinado conteúdo. Portanto, o uso da DC em situações de ensino é determinado pelas relações de Consumo da DC estabelecidas pelo professor.

A Educação Científica tem na comunidade escolar (professores, diretores, coordenadores, alunos etc.) um amplo espectro de sujeitos que atuam em sistemas de atividades. A divisão do trabalho está distribuída entre atividades de administração, coordenação, ensino, avaliação, dentre outras, que são regidas pelos currículos, o contrato didático, as condições de trabalho etc.

Entender a Educação Científica como um sistema de atividades é fundamental, visto que ela é um dos fatores determinantes para as formas de uso da DC em situações de ensino. A Educação Científica exerce coerções capazes de definir os assuntos, bem como as abordagens que podem ser utilizadas para o uso da DC em sala de aula. Tais coerções são articuladas pelas regras e instrumentos mediacionais da atividade. Vale ressaltar que, de acordo com a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, os principais motivos da educação são o desenvolvimento da pessoa, a formação para o exercício da cidadania e a qualificação para o trabalho, motivos estes que podemos estender para a Educação Científica. Ao centrarmos a reflexão na atividade docente, encontramos que os dois sistemas de atividade Consumo e Educação Científica (Figuras 5 e 6) são colocados em contato e, por sua vez, intensificam disputas frente aos seus objetos (cultura científica). Dessa maneira, defendemos que a cultura científica seja um objeto compartilhado entre os sistemas de atividade de Consumo (Figura 5) e Educação Científica (Figura 6). Tal compartilhamento ocorre em meio a contradições e negociações que o professor faz visando o uso da DC em sala de aula. As contradições surgem nas formas de uso, nos níveis de apropriação e nos valores atribuídos aos produtos da cultura científica em cada uma dessas atividades.

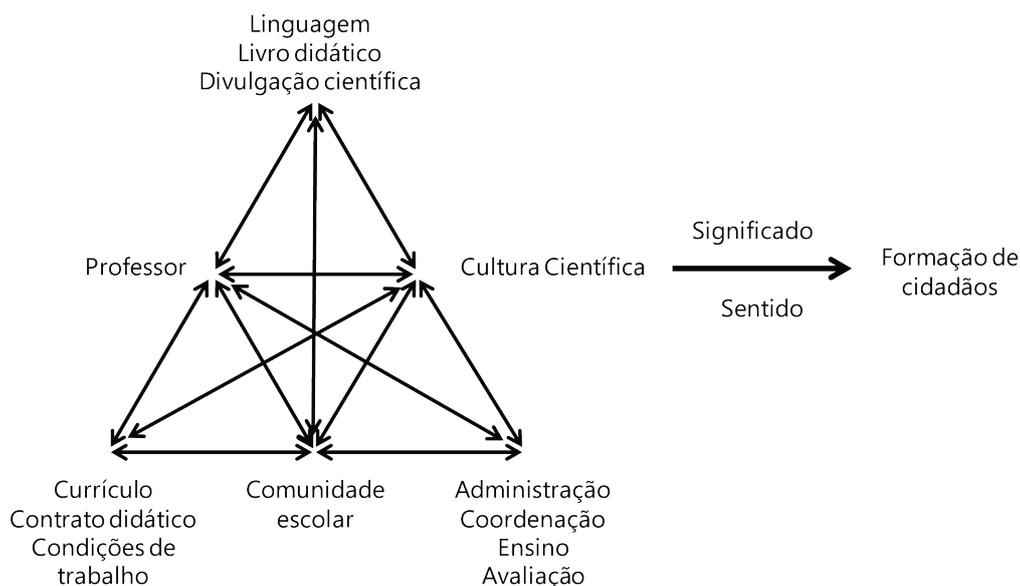


Figura 6. Sistema de atividades da Educação Científica

Fonte: os autores.

Além disso, devemos ter em vista que a maioria dos suportes de DC não tem como propósito sua inserção em situações formais de ensino e, nesse sentido, o professor ocupa papel relevante nas relações entre as atividades de Consumo da DC (Figura 5) e a Educação Científica (Figura 6). Ele, ainda que por meio de um conhecimento tácito, articula as atividades de Consumo e de Educação para que a DC, na forma de um produto ou suporte material, seja elemento de outro sistema de atividade, demarcado pelo Planejamento de Ensino (Figura 7). Nesse sistema mais próximo da educação formal, o objeto é uma Sequência Didática (SD), cujo resultado ou sentido de produção é o ensino de ciências. A atividade Planejamento de Ensino (Figura 7) é, portanto, uma faceta do sistema de atividades da educação, e podemos entendê-la como um subsistema específico e relativo ao trabalho do professor. Ele foi proposto e identificado no desenvolvimento dessa pesquisa e é resultado de um programa de formação continuada de professores, no qual os professores desenvolveram planos de ensino para serem aplicados em sala de aula (Lima, 2016).

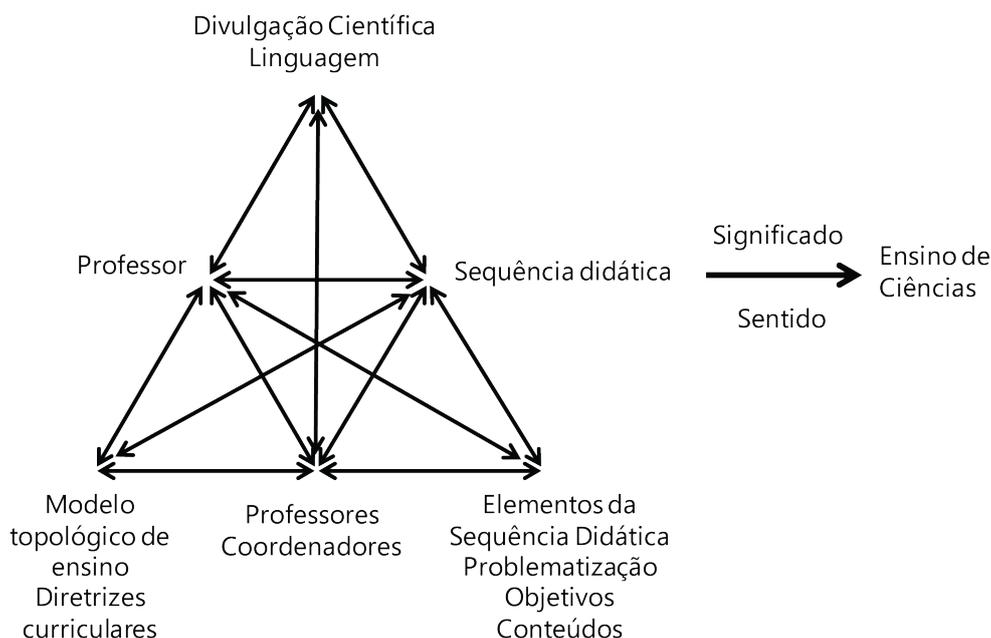


Figura 7. Sistema de atividades do Planejamento de Ensino com suportes de DC

Fonte: os autores.

Na atividade de Planejamento de Ensino (Figura 7), o professor, por meio da DC, que é o instrumento mediacional, tem como objeto uma SD. Essa atividade é realizada pela comunidade de professores que cumpriram as regras estabelecidas para a elaboração da SD no curso de Especialização em Ensino de Ciências – Redefor USP (EEC-Redefor-USP). As regras estão baseadas no Modelo Topológico de Ensino (Giordan, 2008) que, baseado em contribuições socioculturais, propõem um modelo para planejar o ensino de Ciências. O trabalho é dividido de acordo com as etapas de produção da SD no curso de formação de professores, quais sejam: 1ª etapa – caracterização do público alvo; 2ª etapa – problematização, objetivos gerais e objetivos específicos de cada aula; 3ª etapa – conteúdos, dinâmica das atividades, avaliação, bibliografia e materiais utilizados (Nery, 2014).

É por meio da SD que o professor planeja e organiza as ações que serão desenvolvidas em sala de aula. Portanto, a SD, além de ser planejada, é um elemento balizador das ações desenvolvidas em sala de aula. Ela orienta as formas de uso da DC, bem como realoca o contexto de Consumo da DC, que passa a ser uma atividade escolar tanto para os estudantes quanto para o professor. Além disso, a elaboração da SD com o uso de suportes de DC é um fator importante no trabalho do professor que nos permite compreender a apropriação da DC. A apropriação da DC é indicada por sua utilização arbitrária para atender propósitos específicos da atividade docente. Assim, essa apropriação extrai a DC de seus locais e propósitos originais e a insere em novos contextos socioculturais, ou seja, é utilizada como ferramenta cultural para atender propósitos de ensino (Lima, & Giordan, 2017a). Na Figura 8, apresentamos

um fragmento de uma sequência didática produzida por um professor do curso EEC-RedeFor-USP para exemplificar a apropriação da DC pelo docente.

Aula	Objetivos específicos	Conteúdos	Dinâmica das atividades
2	Possibilitar o desenvolvimento de atitudes autônomas para a formulação de perguntas, apresentação de dúvidas e interesse pelo tema.	Dimensão de alguns astros do universo. O formato, a localização e a dimensão do Sol, da Lua, da Terra e dos demais planetas.	A partir da atividade anterior, apresentar aos alunos duas imagens (utilizando o Datashow) do nosso Sistema Solar (Figuras - Disponíveis em: http://chc.cienciahoje.uol.com.br/plutao-um-planeta-anao/ e http://chc.cienciahoje.uol.com.br/um-sistema-solar-para-montar/), deixá-los analisar por alguns minutos e fazer alguns questionamentos tais como: <ol style="list-style-type: none"> 1. Vocês já viram uma imagem como essa? 2. O que vocês pensam que representa essa imagem? 3. Essa imagem é do sistema solar. Alguém sabe o que é o sistema solar? 4. Onde será que está o Sol nesta imagem? 5. Por que o Sol está no centro? 6. Alguém sabe o que são esses círculos de tamanhos diferentes em volta do Sol? 7. Será que o nosso planeta está aí? Qual será? 8. O nosso planeta faz parte do sistema solar. Qual o nome do planeta em que vivemos? 9. Quantos planetas aparecem na figura? Será que só existem esses planetas? <p>Para o levantamento das possíveis respostas, será convidado um aluno para ser o escriba do dia, anotando todas as opiniões na lousa enquanto os demais registram no caderno; e serão estimulados para que possam fazer novas perguntas que gostariam de ver respondidas no decorrer do estudo, fixando-as em um mural.</p>

Figura 8. Fragmento de SD em que há evidência de uso de DC

Fonte: Lima (2016, p. 108).

A coluna Dinâmica das atividades da Figura 8 indica que o professor responsável pela SD planeja utilizar dois suportes de DC, que são assinalados pelos hiperlinks do portal Ciência Hoje. O uso dos infográficos disponibilizados pelo portal Ciência Hoje tem como propósito imediato o levantamento de concepções dos estudantes, mas a aula proposta está orientada para atingir seus objetivos específicos. Ao analisar os conteúdos

aos quais os hiperlinks fazem referências notamos que os propósitos delimitados pelo professor diferem dos propósitos presentes nos artigos do sítio correspondente. De acordo com Lima e Giordan (2017a), os propósitos dos artigos podem ser classificados como explicação, metacognição e produção de material. No caso apresentado pelo fragmento (Figura 8), o professor se apropria de aspectos do discurso de DC para a composição do discurso científico escolarizado. Nessa apropriação, ele estabelece propósitos de ensino que atende seus objetivos educacionais. Há, portanto, o uso autônomo dos suportes DC, fato que caracteriza a apropriação da DC. Os conceitos trabalhados pelo professor estão relacionados ao conteúdo de astronomia, mais especificamente ao sistema solar. Entendendo os conceitos como ferramentas culturais, as atividades de Produção da DC (Figura 4), Consumo da DC (Figura 5) e Planejamento de Ensino com Suportes de DC (Figura 7) consideram os conceitos abordados como elementos mediadores entre o sujeito e a realidade. Nesse caso, a interação entre os sistemas de atividade não ocorre somente devido ao compartilhamento dos objetos dos sistemas de atividade, mas também em virtude do compartilhamento de instrumentos mediacionais.

Vale ressaltar a contribuição da teoria da atividade para refletir sobre os processos nos quais a cultura científica é o objeto da atividade, visto que isto nos permite interpretar o desencadeamento de atividades e/ou interações entre atividades desenvolvidas por sujeitos que partilham o mesmo objeto. Sem dúvida, as atividades desenvolvidas são determinadas segundo as condições de Produção e Consumo da DC que, por sua vez, são responsáveis pelo desenvolvimento da apropriação e produção cultural dos sujeitos que as realizam.

Como dissemos, a SD organiza e é um elemento balizador das ações desenvolvidas em sala de aula. Por isso é capaz de desencadear um novo sistema de atividades, também auxiliar na promoção da educação científica. Trata-se do Ensino com mediação da DC em sala de aula (Figura 9).

As atividades de ensino são realizadas pelos professores por meio da SD, da DC, da linguagem e do próprio conhecimento científico escolarizado, que são os instrumentos mediacionais das atividades de ensino. O objeto do sistema de atividades é também a cultura científica. A divisão do trabalho contempla as atividades docentes de ensino, cuja comunidade é formada tanto pelos alunos quanto pelos professores, que seguem as regras estabelecidas pelo contrato didático. O motivo principal do sistema de atividades de Ensino com Mediação da DC (Figura 9) é a formação de cidadãos, tal como indicada pelos documentos oficiais. Reconhecemos que pode haver outros motivos, contudo eles variam de acordo com as particularidades das escolas, professores e estudantes envolvidos. Podemos notar novamente o compartilhamento da cultura científica como objeto do sistema de atividades. Destacamos, entretanto, que uma das principais diferenças está relacionada à comunidade em que a atividade se realiza, visto que ela determina as formas de interação e apropriação da cultura científica. As interações e apropriações da cultura científica desenvolvidas pelo professor, por exemplo, estabelecem vínculos mais fortes do que aquelas produzidas pelos estudantes na medida

em que o professor compartilha esse objeto em outros sistemas, conforme representado nas Figuras 5 e 6. A DC, como já dito, não é produzida para a escola. Assim, quando o professor insere este suporte, ele promove uma ampliação das referências à cultura científica, mostrando que a cultura científica também pode ser encontrada na esfera da comunicação social. Nesse modelo, mais do que um representante da comunidade científica, o professor desempenha papel de agente promotor da cultura científica na escola, pois ele é responsável por viabilizar interações com a cultura científica que estão além das fronteiras do conhecimento científico escolarizado.

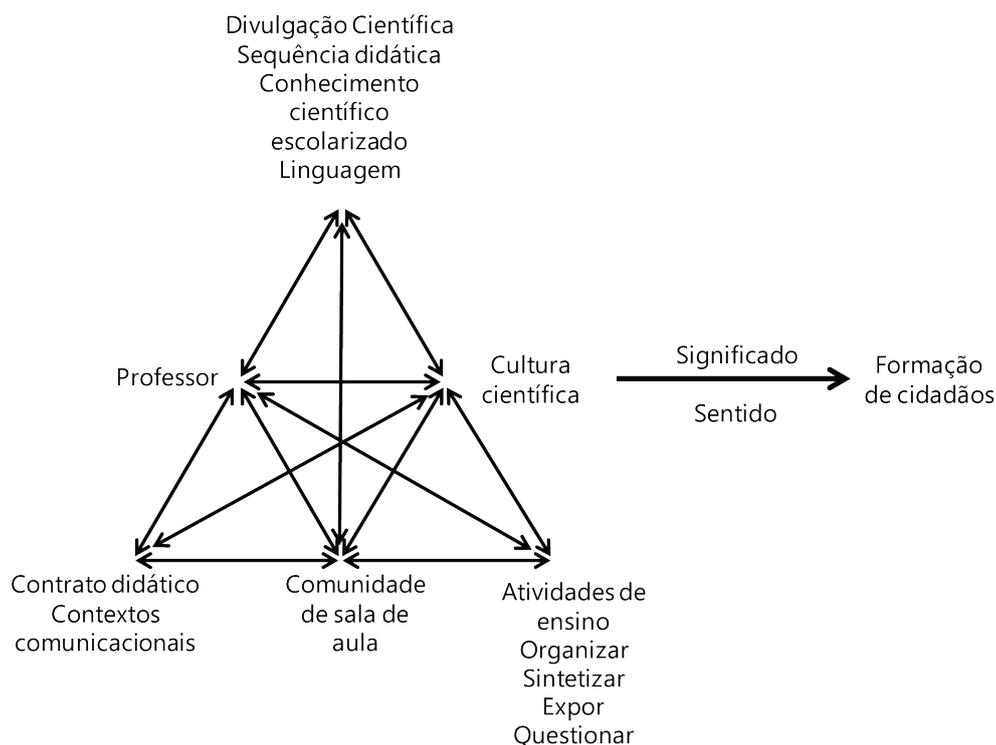


Figura 9. Sistema de atividades de Ensino com mediação da DC em sala de aula

Fonte: os autores

Inter-relações entre sistemas de atividades na promoção da cultura científica

A descrição dos principais sistemas de atividades associados ao uso da DC em situações de ensino nos permite compreender as diversas posições da DC nas atividades descritas. Há alterações entre os elementos das atividades que indicam desdobramentos promovidos pela apropriação dos seus objetos, com destaque para a cultura científica. Tais variações representadas esquematicamente nos evidenciam a DC como uma ferramenta cultural, e, portanto, instrumento mediacional. A partir da atividade de

Consumo da DC, o sujeito responsável pelas atividades é o professor de Ciências que tem a cultura científica como principal objeto de suas atividades, exceto na produção do Planejamento de Ensino (Figura 7), que é um sistema de atividades auxiliar à inserção da cultura científica na escola. Assim a DC e a SD tornam-se ferramentas culturais utilizadas para promover a cultura científica por meio do ensino de ciências.

Uma das variações que consideramos mais importantes é determinada pelas comunidades às quais pertence o sujeito que realiza a atividade. O professor transita em diversas esferas de criação ideológica e, por isso, ocupa diferentes papéis sociais nas atividades que descrevemos. O professor integra a audiência da divulgação científica, a comunidade escolar, a comunidade de professores e a sala de aula, que desenvolvem atividades específicas. Tal fato ocorre devido à divisão do trabalho docente, que o impulsiona a ocupar diversos papéis e posições no exercício do magistério.

O trânsito pelas comunidades permite, em última instância, o desdobramento de relações interpessoais, que fomentam a inserção de sujeitos que não tomam parte das comunidades das quais o professor participa. Perante o foco da pesquisa, isso significa que o movimento do docente propicia aos estudantes terem acesso a suportes de DC que não foram produzidos para esse grupo social e provavelmente não teriam acesso em outros ambientes. Por meio da apropriação do professor, é possível ampliar o horizonte cultural dos estudantes e inseri-los em novos contextos, permitindo uma expansão nas possibilidades de interação e compreensão da realidade.

Essa expansão é determinada pelas tensões existentes entre as relações dos níveis de apropriação da cultura científica que o professor e o estudante praticam. Ao levar suportes de DC para a sala de aula, o professor deve, portanto, adequá-los aos níveis de apropriação da cultura científica dos estudantes, para que estes possam interagir com um novo suporte, que até então poderia não pertencer ao seu horizonte social.

O sujeito que realiza a atividade também merece destaque especial. O professor é um dos sujeitos presentes na maioria dos sistemas de atividades propostos acima. Todavia, na atividade de Consumo da DC, o papel social do sujeito não é o de professor. No Consumo, o papel social do sujeito é de audiência presumida e poderia ser desempenhado por diversos outros indivíduos. Em meio ao Consumo, o papel social do indivíduo é transformado pelo desenvolvimento de novas atividades e, no caso estudado, destacamos as atividades de ensino formal. O professor realiza diversos processos que o permitem se apropriar da DC e utilizá-la em atividades que até então não estavam previstas na sua produção. Trata-se de uma expansão visando o uso desse suporte em situações distintas daquelas para as quais foi produzida. Nessa medida, a natureza do trânsito entre os sistemas de atividades permite ao professor desenvolver-se em um processo de aprendizagem expansiva, conforme proposto por Engeström (2015). Portanto, o nível de apropriação da cultura científica pelo professor apresenta-se como um índice das transformações que a DC propicia ao seu desenvolvimento.

O trânsito por diferentes comunidades, os distintos papéis sociais desempenhados pelos sujeitos e a variação de outros elementos do sistema de atividades nos permitem

notar que as atividades não estão isoladas em seus contextos individuais, sociais e culturais. As atividades permeiam e desencadeiam desdobramentos causados pela apropriação dos objetos e/ou produtos gerados.

A relação entre as atividades de Consumo da DC e Educação Científica é evidente e mediada. Na atividade de Consumo da DC, o sujeito e o motivo são o consumidor (professor) e a inserção cultural, respectivamente; já na Educação, o sujeito e o motivo são o professor e a formação de cidadãos. Apesar da coincidência do indivíduo que é sujeito da atividade, este ocupa posições sociais diferentes e, por isso, as ações desenvolvidas não são coincidentes. Tal divergência proporciona contradições que determinam a forma de uso e a geração de um novo objeto. Se por um lado o professor consome a DC por motivos como o interesse e auto formação, por outro, a atividade de Educação Científica o coloca numa situação responsável pela inserção de estudantes na cultura científica. Assim, durante o Consumo, o professor é consumidor de produtos que promovem sua interação cultural na comunidade científica. Por outro lado, na atividade de Ensino (Figura 9), o professor é o agente promotor de situações que promovem a inserção cultural de outros: os estudantes. A contradição emergente das posições de consumidor da cultura e promotor cultural está espelhada na aproximação da DC ao currículo escolar, relação essa que provoca novas tensões, decorrentes da organização dos sistemas de atividades relativos à comunidade escolar. Portanto, é bastante provável que as formas de atuação dos professores nessas comunidades tenham importantes implicações para a inserção dos estudantes na cultura científica.

A mediação da DC coloca ainda outro sistema de atividades em meio a essa inter-relação: o sistema de Produção da DC. No modelo aqui apresentado, a DC é instrumento mediador em alguns sistemas de atividades. A inter-relação entre esses sistemas de atividades propicia a multivocalidade, isto é, a presença de vozes provenientes de diversas posições e contextos de produção. Assim, o uso da DC em situações de ensino ocorre em meio a tensões provenientes de ao menos três sistemas atividades: a Produção da DC (Figura 4), que delimita audiências, temas e suportes; o Consumo da DC (Figura 5), que proporciona a inserção cultural do sujeito; e a Educação Científica (Figura 6), que tem em vista a formação de cidadãos.

Tais inter-relações proporcionam desdobramentos das atividades, bem como dos discursos envolvidos. Vejamos: a DC é o produto do sistema de atividades de Produção, condição que permite seu consumo pelo professor; o Consumo da DC, associado à Educação Científica, permite a apropriação da DC para mediação de situações de ensino, que se manifestam por meio de sequências didáticas no Planejamento de Ensino; o Planejamento de Ensino, por sua vez, orienta o uso de suportes de DC em contextos de Ensino e Aprendizagem.

Para melhor exemplificar os desdobramentos que ocorrem, apresentamos, na Figura 10, um diagrama que sintetiza as inter-relações dos sistemas de atividades apresentados anteriormente. Omitimos o sistema de Produção da DC (Figura 4), bem como os elementos dos sistemas. Logo apresentamos somente a atividade e os produtos

gerados pelos sistemas e/ou interação entre sistemas.

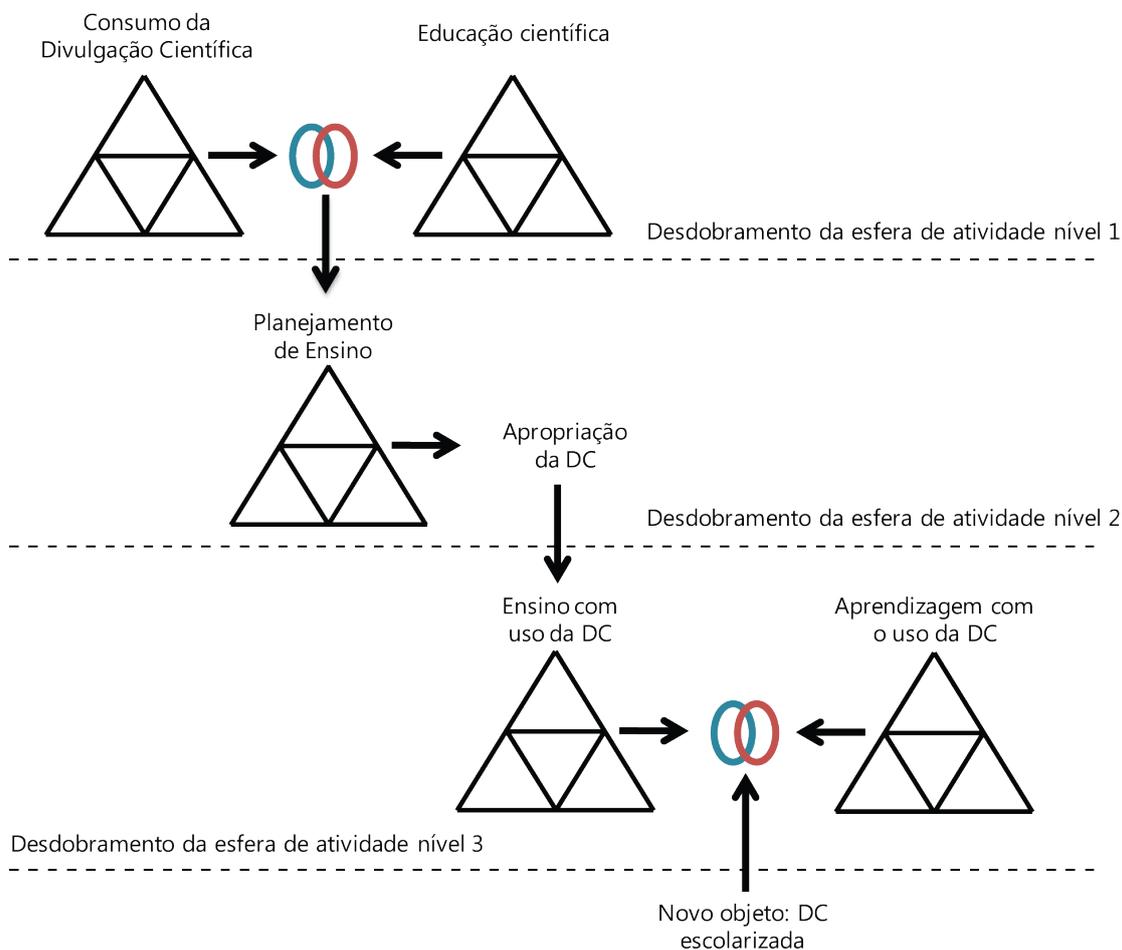


Figura 10. Inter-relações entre sistemas de atividades que mobilizam a Divulgação Científica
Fonte: os autores.

A figura sintetiza as relações referentes às interações entre sistemas de atividades cujo sujeito é o professor⁶. A Figura 10 foi construída visando distinguir diferentes níveis entre os sistemas de atividade, que indicam a subordinação das atividades e o desdobramento de relações causais. A esfera de atividade nível 3 está subordinada à esfera de atividade nível 2, que por sua vez está subordinada à esfera de atividade nível 1. Isso indica que não é possível planejar o uso de suportes de DC em situações de ensino sem a articulação entre as atividades de Consumo da DC e de Educação Científica. Muito menos é possível utilizar a DC em sala de aula sem a sua apropriação. Além da subordinação, há a indicação das relações causais que promovem o desdobramento das atividades, isto é, o Planejamento de Ensino (nível 2) é produto de uma relação causal

⁶ Excetuando-se o sistema de atividade aprendizagem com uso da DC que não foi descrito neste artigo. No entanto, consideramos relevante sinalizar um outro desdobramento possível.

entre o Consumo da DC e a Educação Científica (nível 1).

Por exemplo, a interação dos sistemas de atividades Consumo e Educação Científica promove contradições estabelecidas entre *os objetos abordados pela DC x os objetos que devem ser abordados pela educação científica*. Esta contradição fica evidente quando destacamos os motivos e determinações dessas atividades. O Consumo da DC é determinado pelas suas condições de produção e acesso, o que significa que sofre coerções do mercado editorial e seus interesses, ao contrário da Educação Científica que sofre principalmente coerções das diretrizes curriculares. Com isso, os objetos são abordados por perspectivas distintas que podem instaurar as contradições entre as atividades. Assim, o objeto não pode ser reduzido à sua materialidade, deve ser concebido também pela sua função em um sistema de atividade. Se tomarmos a identidade como unidade oposta à contradição, veremos que a identidade de dois objetos só é alcançada com a justaposição dos elementos que os determinam, a divergência desses elementos, seja devido a determinações infraestruturais ou superestruturais, pode instaurar a contradição. Se considerarmos o lucro como principal motivo do mercado editorial e a formação cidadã o principal motivo da educação, quaisquer que sejam os objetos abordados por essas atividades possuem o germe da contradição, inclusive nos casos em que os objetos possuam semelhança aparente em virtude da materialidade. É por meio da síntese dessa contradição que o professor é capaz de vislumbrar usos da DC em sala de aula e no planejamento de ensino. Quando articulada com o planejamento de ensino, esta síntese promove a apropriação da DC, que é evidente devido ao realojamento de uma ferramenta cultural em função dos propósitos do docente.

Tal síntese ocorre muitas vezes por meio da comparação entre os conteúdos abordados pela DC e os conteúdos do currículo escolar. Rocha (2010) realiza uma investigação que evidencia que o “critério mais relevante para os professores entrevistados na seleção do texto de divulgação é a relação entre o assunto tratado no artigo e àqueles que estão sendo trabalhos pelo professor com os alunos, ou seja, a articulação a tópicos curriculares” (Rocha, 2010, p. 31). Apesar da amostra investigada ser pequena (5 professores), os resultados apresentados indicam uma síntese das contradições entre o sistema de atividade Educação Científica (Figura 6) e o Consumo da DC (Figura 5). Ressaltamos que essa síntese é feita pelo professor, que neste caso ocupa a posição de sujeito em ambos os sistemas de atividade. Com o aprofundamento das investigações, Rocha (2012), indica quatro elementos que determinam a escolha de suportes de DC para o uso didático por professores, a saber: relação com o conteúdo curricular, conteúdo do texto, linguagem do texto e credibilidade; elementos que em nosso entendimento podem instaurar contradições quando presentes em sistemas de atividades distintos.

Os trabalhos de Rocha (2010, 2012) indicam que durante a seleção de suportes de DC existem coerções da atividade Educação Científica sobre o Consumo da DC. Essas coerções podem inclusive ser capazes de mobilizar o professor a fazer adequações no suporte de DC escolhido. A adaptação de suportes de DC também já foi observada por outras investigações da área sejam adaptações realizadas pelo professor (Martins,

Nascimento, & Abreu, 2004) ou adaptações feitas para a inclusão de suportes de DC em livros didáticos (Souza, & Rocha, 2017).

Almeida (2018) contribui com a discussão sobre as tensões instauradas devido ao uso da DC em situações formais de ensino. De acordo com a autora:

Um primeiro aspecto desse movimento de tensões é que o ensino a partir da revista, no contexto escolar, não é um processo espontâneo, ao contrário, ele é controlado e guiado pelos objetivos estabelecidos e pelo tempo escolar. Outra tensão evidenciada no uso da CHC, *Ciência Hoje das Crianças*, em sala de aula está no “fechamento” do discurso que se pretende na aula e na “abertura” que o artigo propicia, que é uma das fontes da dialogia no movimento discursivo (Almeida, 2018, p. 26).

As considerações de Almeida (2018) indiciam um processo de síntese realizado pela professora para a inserção da DC em sala de aula, à medida que

se por um lado, a presença da revista evoca práticas já consolidadas na sala de aula, por outro, indicam tensões e conflitos que vão permitindo a emergência de novas práticas, outros espaços de interlocução e possibilidades do dizer da professora e das crianças nas relações que vão travando com a revista (Almeida, 2018, p. 26).

Ainda que não tenha sido explorado em detalhes, o sistema de atividade Aprendizagem com uso da DC foi inserido na Figura 10 para representar as disputas e contradições presentes durante o uso da DC em sala de aula. Essas contradições delimitam os focos e abordagens sobre o objeto de ensino, que são estabelecidas entre *aquilo que o estudante ainda não sabe e aquilo que os estudantes precisam saber para sua formação*.

As contradições presentes nas atividades que se inter-relacionam impulsionam um novo sistema de atividades, que entendemos como desdobramentos da esfera de atividade, típico de atividades complexas.

Para refletir sobre os desdobramentos entre as atividades e seus produtos, consideramos pertinente retomar algumas contribuições que sustentam a base da teoria da atividade. Primeiramente, lançamos mão das asserções de Leontiev sobre a atividade complexa, segundo a qual:

A produção exige cada vez mais de cada trabalhador, um sistema de ações subordinadas umas às outras e, por consequência, um sistema de fins conscientes que por outro lado, entram num processo único, numa ação complexa única. Psicologicamente, a fusão de diferentes ações parciais numa ação única constitui a sua transformação em operações. Por este fato, o conteúdo que outrora ocupava, na estrutura, o lugar de fins conscientes de ações parciais, ocupa doravante, na estrutura da ação complexa, lugar de condições de realização da ação. Isto significa que doravante as operações e condições de ação também elas podem entrar no domínio do consciente. Em contrapartida, não entram aí da mesma maneira que as ações e os seus fins (Leontiev, 2004, p. 109–110).

A reflexão sobre o funcionamento de processos complexos também pode ser encontrada na obra de Marx. Segundo ele:

Um produto existente numa forma pronta para o consumo pode se tornar matéria-prima de outro produto, tal como a uva se torna matéria-prima do vinho. Em outros casos, o trabalho elabora seu produto em formas tais que ele só pode ser reutilizado com matéria-prima (Marx, 2015, p. 260).

Essa característica do trabalho complexo nos indica a transformação do produto em matéria-prima, o que implica a transformação do produto em meio de produção de outro trabalho.

Ao ingressarem como meios de produção em novos processos de trabalho, os produtos perdem seu caráter de produtos. Agora eles funcionam simplesmente como fatores objetivos do trabalho vivo. (...) ao passo que, no produto bem elaborado, apaga-se o fato de que suas propriedades úteis nos chegam mediadas por trabalhos anteriores (Marx, 2015, p. 260).

Tal processo de transformação de produto em meios pode ser observado no processo de uso da DC em situações de ensino. Desse modo, se desenvolvermos uma análise a partir da atividade Ensino com o uso de DC veremos que as atividades que ocorrem nos níveis 1 e 2 presentes na Figura 9 são elementos mediadores para a produção da atividade Ensino com uso de DC (nível 3).

A transformação dos produtos da atividade em elementos mediadores de outras atividades é evidente se compararmos os sistemas de atividades Produção da DC e Consumo da DC. Enquanto a DC é um produto do sistema de atividades de Produção da DC; que tem como motivo a comunicação pública da cultura científica, no sistema de atividades de Consumo, a DC é instrumento mediador da atividade, isto é, a DC é ferramenta cultural. Parafraseando a interpretação de Marx e Leontiev, no sistema de atividades de Consumo, a DC que era produto do sistema de atividade de Produção transforma-se em instrumento mediador daquela atividade, isto é, em condições de produção da atividade.

O desdobramento das atividades que permite a transformação de produtos em instrumentos fomenta também a multivocalidade, especialmente porque a maioria das atividades tem a produção de discursos como um de seus produtos. Desse modo, o desdobramento das atividades permite a interação verbal entre sujeitos que não atuam em atividades dependentes umas das outras como é o caso da relação entre a atividade de Produção da DC e a atividade de aprendizagem. Estas são, em essência, atividades independentes entre si. Porém, o modelo de inter-relação entre sistemas de atividades que apresentamos permite compreender que os estudantes interagem com os produtores da DC tanto por meio do suporte de DC quanto por meio das múltiplas mediações que ocorrem no movimento docente. Quando em sala de aula, as atividades relativas ao uso da DC permitem que os estudantes possam ter acesso aos sentidos produzidos pelo professor, quando este atuava como consumidor de um bem cultural, além dos sentidos produzidos por esse mesmo sujeito quando ocupa a função de professor. Sugerimos, assim, que a inter-relação entre os sistemas de atividades é um movimento pelo qual o professor transita entre diferentes esferas de criação ideológica e também promove a

enculturação dos estudantes na cultura científica.

Sinteticamente, podemos notar três origens para a produção enunciativa referente ao uso da DC em situações formais de ensino, a saber: produção, consumo e educação. Pontuamos ainda que mesmo as produções enunciativas referentes às atividades de Consumo e Educação sendo elaboradas pelo mesmo sujeito, elas possuem características diferentes, visto que a atuação do sujeito é realizada por diferentes motivos, em situações em que ocupa funções sociais distintas. Entendemos que compreender o desencadeamento das atividades é o primeiro passo para entender o processo de apropriação e uso da DC em situações de ensino. O desencadeamento das atividades proporciona um desdobramento discursivo, assim a apropriação da DC feita pelo professor passa necessariamente pela apropriação do discurso alheio. A produção discursiva do docente, por sua vez, é composta pelo discurso citado. De acordo com Bakhtin (2009, 149) “o discurso citado conserva sua autonomia estrutural e semântica sem nem por isso alterar a trama linguística do contexto que o integrou”. No caso, o discurso de DC (discurso citado) é apropriado para compor o discurso científico escolarizado (contexto que integrou o discurso citado), isto é, o discurso de DC passa a subsidiar o discurso escolar. Esta condição indica a existência de uma estrutura hierárquica entre os discursos mobilizados durante as atividades relativas à educação científica. Vale destacar, porém, que estas interações entre os discursos são determinadas pelas atividades e seus desdobramentos.

A organização hierárquica das atividades não representa interações unívocas entre os níveis, mas implica em que atividades de níveis superiores são determinadas dialeticamente pelas atividades de níveis inferiores, isto é, que as atividades que representamos no 3º nível são determinadas pelas atividades representadas no 1º e 2º níveis. Evidentemente que uma coerção direta de uma atividade de nível superior sobre uma de nível inferior somente é possível em uma reprodução da atividade, uma vez que as atividades de níveis inferiores ocorrem temporalmente primeiro. No entanto, assim como o divulgador da ciência pode projetar os destinatários presumidos na atividade de Produção da DC, o professor pode projetar possíveis desdobramentos do uso da DC seja para o Planejamento de Ensino ou em seu uso em sala de aula.

Entender as determinações dialéticas como duplamente orientadas tanto pelo desencadeamento temporal de ações e produtos da atividade quanto pelo estabelecimento teleológico dos desdobramentos possíveis e desejáveis é essencial para compreender o uso da DC em situações de ensino, bem como o movimento docente para transformar a DC de produto da comunicação social para mediador da educação formal. Destacamos a importância dessas determinações especialmente se o uso da DC estiver baseado em uma ação autônoma do sujeito, na qual o docente busque superar os vícios da ação tácita, mecânica e alienada⁷ da atividade educativa.

7 Tomamos o conceito Marxista, que de acordo com Bottomore (1988, p. 5) refere-se à “ação pela qual (ou estado no qual) um indivíduo, um grupo, uma instituição ou uma sociedade se tornam (ou permanecem) alheios, estranhos, enfim, alienados aos resultados ou produtos de sua própria atividade”.

Considerações finais

Neste artigo, apresentamos o movimento docente para o uso da DC em situações formais de ensino. Tomamos como referência a teoria da atividade e as propostas de sistemas e interação entre sistemas de atividades propostas por Engeström (2001; 2015). Em nossas análises interpretamos as interações do professor com a DC em diferentes atividades: Consumo da DC, Planejamento de Ensino com Suportes de DC, Ensino com o Uso de DC. As atividades Produção da DC e Educação Científica também foram analisadas, pois exercem fortes coerções sobre as atividades de Consumo da DC e Planejamento de Ensino com Suportes de DC.

Os resultados que encontramos contribuem para a pesquisa e para o planejamento de situações que façam uso de suportes de DC em situações formais de ensino na medida em que traçam o movimento do docente para isso. A partir do modelo apresentado é possível entender os desdobramentos do uso da DC em situações de ensino e dialogar com outros estudos que investigam processos ou etapas particulares do uso da DC em sala de aula ou da apropriação da DC pelo professor de Ciências. Ressaltamos, especialmente, outros resultados de pesquisa que evidenciam as transformações, adequações e disputas que ocorrem com o uso da DC em situações formais de ensino (Martins, Nascimento, & Abreu, 2004; Silva, & Almeida, 2005; Almeida, 2018), bem como as coerções exercidas pela Educação científica (Figura 6) que incidem sobre o Consumo da DC (Figura 5) durante a seleção de suportes para a educação formal (Rocha, 2010; 2012). Além disso não podemos deixar de mencionar que o uso da DC em sala de aula se concretiza por meio de ações conduzidas por propósitos de ensino estabelecidos pelos professores de ciências (Lima, & Giordan, 2017a), que por sua vez refratam as coerções do sistema de atividade Educação Científica (Figura 6) sobre o Planejamento de Ensino (Figura 7).

Acreditamos que o modelo de inter-relação de sistemas de atividades soluciona, a princípio, algumas dificuldades de compreender o uso da DC em sala de aula, uma vez que é produzido na interseção de diferentes esferas de criação ideológica. Se considerarmos que a DC é produzida em meio às esferas educativa, jornalística e científica, tal como aponta Grillo (2013), entendemos que os princípios dessas esferas de criação ideológicas são levados para a sala de aula em maior ou menor grau, dependendo do uso que o professor faz da DC. A presença de fundamentos dessas esferas de criação ideológica pode aprofundar as contradições existentes entre os sistemas de atividades e promover novas formas de uso da DC na educação científica.

Além disso, nosso modelo abre caminho para compreender o movimento do docente para a mediação da DC em situações formais de ensino. Um dos pontos de destaque nesta abordagem é a consolidação de uma nova prática do professor de ciências e sua presença em diferentes sistemas que têm a cultura científica como objeto. Essa multiplicidade de papéis pode servir de referência para estudantes e professores que desejam conhecer ou se engajar em questões que envolvem a cultura científica. Combinado à alteridade com o estudante na realização das atividades de enculturação científica, o professor pode promover ativamente a inserção do estudante nas práticas

da cultura científica.

Ressaltamos também as transformações dos produtos das atividades em elementos mediadores de outras atividades. Tal processo é proporcionado pelo desencadeamento de atividades complexas e fomenta a multivocalidade nas atividades. Como hipótese, tais transformações e multivocalizações se constituem em uma fonte de pesquisa importante para interpretar e propor intervenções das práticas da ciência, desde o processo inicial de disseminação até a inserção de novos integrantes na cultura científica.

Essas conclusões dão lastro à necessidade de reconhecer o professor como um agente cultural da Ciência, dada sua especialização, ou simplesmente um agente cultural, pois reconhecemos nele um consumidor e produtor da cultura científica, bem como seu papel ativo no trânsito entre diferentes esferas da cultura científica e, portanto, na transferência das ferramentas culturais ao longo das gerações. Nesse sentido, a mediação das atividades de ensino que mobilizam a DC é uma forma privilegiada de atuação profissional do professor pois ela promove a enculturação do estudante, na medida em que a cultura científica permanece como objeto central das atividades.

Agradecimentos

Marcelo Giordan agradece ao CNPq (Produtividade em Pesquisa, processo 302834/2015-0).

Referências

- Almeida, S. A. (2018). Cenas de leitura da Ciência Hoje das Crianças: Modos de uso e apropriação da revista em sala de aula. *Educação em Revista*, 34, 1–28. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-4698173829>
- Bakhtin, M. (2009). *Marxismo e filosofia da linguagem*. 9. ed. São Paulo: Hucitec.
- Bottomore, T. (1988). *Dicionário do pensamento marxista*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar editor.
- Dias, G. S., & Messeder, J. C. (2017). Harmonia entre a prática pedagógica de professores de ciências e a música popular brasileira: possibilidades para um ensino CTS. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 10(1), 1–15. <http://dx.doi.org/10.3895/rbect.v10n1.5721>
- Engeström, Y. (2001). Expansive learning at work: toward an activity theoretical reconceptualization. *Journal of Education and Work*, 14(1), 133–156. <http://dx.doi.org/10.1080/13639080123238>
- Engeström, Y. (2015). *Learning by expanding: an activity-theoretical approach to developmental research*. New York: Cambridge University Press.
- Ernst, P., Silveira, R. M. C. F., & Albarracín, E. S. (2016). Cinema e ensino: a produção de materiais audiovisuais para o ensino de ciências. *Indagatio Didactica*, 8(1), 1778–1792.

- Giordan, M. (2008). *Computadores e linguagens nas aulas de ciências: Uma perspectiva sociocultural para compreender a construção de significados*. 1a ed. Ijuí - RS: Editoria da Unijuí.
- Gouvea, G., Pimenta, M., & Casari, I. S. (2014). “Jornal papel”: documento e dispositivo pedagógico. *Caderno CEDES*, 34(92), 17–33. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-32622014000100002>
- Grillo, S. V. C. (2009). Enunciados verbo-visuais na divulgação científica. *Revista da Anpoll*, 27(2), 215–243. <https://doi.org/10.18309/anp.v2i27.149>
- Grillo, S. V. C. (2013). *Divulgação científica: linguagens, esferas e gêneros*. Tese (livre docência) - Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Kress, G. (2010). *Multimodality: a social semiotic approach to contemporary communication*. Londres: Routledge.
- Leontiev, A. N. (2004). *O desenvolvimento do psiquismo*. São Paulo: Centauro.
- Lima, G. S. (2016). *O professor e a divulgação científica: apropriação e uso em situações formais de ensino*. (Tese de doutorado) FE/USP, São Paulo.
- Lima, G. S., & Giordan, M. (2017a). Propósitos da divulgação científica no planejamento de ensino. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, 19, 1–23. <http://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>
- Martins, I., Nascimento, T. G., & Abreu, T. B. (2004). Clonagem na sala de aula: um exemplo do uso didático de um texto de divulgação científica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 9(1), 95–111.
- Marx, K. (2013) *O capital: crítica da economia política: Livro I: o processo de produção do capital*. São Paulo: Boitempo.
- Moreira, M. C. A., Pereira, M. V., & Martins, I. G. (2017). Mecânica e educação para o trânsito: análise de um texto didático de ciências para o ensino fundamental. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 39(4), 1–7. <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2016-0274>
- Nery, B. K. (2014). *O ciclo de desenvolvimento do professor e o sistema de atividade aprendizagem on-line em um curso de especialização em ensino de ciências*. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Pagliari, C. R., & Almeida, M. J. P. M. (2016). Leituras por alunos do ensino médio de textos de cientistas sobre o início da física quântica. *Ciência & Educação*, 22(2), 299–317. <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320160020003>

Pino, A. (2000) O social e o cultural na obra de Vigotski. *Educação & Sociedade*, 21(71), 45-78.

Rocha, M. B. (2010). Textos de divulgação científica na sala: a visão dos professores de ciências. *Revista Augustus*, 14, 24–34.

Rocha, M. B. (2012). O potencial didático dos textos de divulgação científica segundo professores de ciências. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 5, 47–68. <http://dx.doi.org/10.3895/S1982-873X2012000200005>

Silva, H. C., & Almeida, M. J. P. M. (2005). O deslocamento de aspectos do funcionamento do discurso pedagógico pela leitura de textos de divulgação científica em aulas de física. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(3), 1–25.

Souza, P. H., & Rocha, M. B. (2017). Análise da linguagem de textos de divulgação científica em livros didáticos: contribuições para o ensino de biologia. *Ciência & Educação*, 23(2), 321–340. <https://doi.org/10.1590/1516-731320170020003>

Vigotski, L. S. (2000). Psicologia concreta do homem. *Educação & Sociedade*, 21(71), 23-44.

Wertsch, J. (1999). *La Mente en Acción*. Buenos Aires: Aique.

Guilherme da Silva Lima

 <http://orcid.org/0000-0002-0049-5790>
Universidade Federal de Ouro Preto
Instituto de Ciências Exatas e Biológicas
Departamento de Física
Ouro Preto, Brasil
glima@ufop.edu.br

Marcelo Giordan

 <http://orcid.org/0000-0002-4646-0139>
Universidade de São Paulo
Faculdade de Educação
Departamento de Metodologia de Ensino e Educação Comparada
São Paulo, Brasil
giordan@usp.br

Submetido em 16 de Março de 2018

Aceito em 15 de Junho de 2018

Publicado em 04 de Julho de 2018