

PROPOSTA DE UMA UNIDADE DE ANÁLISE PARA A MATERIALIDADE DA COGNIÇÃO.

Francisco Ângelo Coutinho
(Universidade Federal de Minas Gerais)

Fábio Augusto Rodrigues e Silva
(Universidade Federal de Ouro Preto)

Santer Álvares de Matos
(Universidade Federal de Minas Gerais)

Débora Fogaça Souza
(Universidade Federal de Minas Gerais)

Débora do Prado Lisboa
(Universidade Federal de Ouro Preto)

Fomento: CNPQ e FAPEMIG

RESUMO. As aulas de ciências são espaços ocupados por um conjunto enorme de objetos e sem eles as aulas certamente seriam diferentes ou mesmo impossíveis de acontecer. Assim, põe-se a necessidade de se considerar o engajamento entre esses objetos e humanos para o entendimento dos processos de ensino/aprendizagem. No presente artigo apresentamos uma proposta de unidade de análise, denominada por nós de figuração cognitiva. Essa unidade está fundamentada no enquadramento teórico-metodológico da teoria ator-rede, da cognição distribuída e na psicologia ecológica. Com essa proposta, procuramos evitar um vocabulário mentalista e cognitivista, bem como facilitar a visualização da rede de relações nos processos de ensino/aprendizagem.

Palavras-chave: Abordagem CTSA, teoria ator-rede, aprendizagem, práticas socio-materiais

1. Introdução

As aulas de ciências são espaços ocupados por um conjunto enorme de objetos, tais como lousa, projetores, experimentos, demonstrações, modelos, terrários, mapas, régua, lupas, microscópios, tubos de ensaio, notebooks, espécimes conservadas em álcool e formol, frutas, flores, pedaços de pão, mofos e bolores, e assim por diante. Para distinguir esses elementos das pessoas envolvidas no curso de ações, vamos chamar a todos eles, seguindo Latour (2012, p. 10), de não-humanos e, como pode ser percebido, sem eles as aulas certamente seriam diferentes ou mesmo impossíveis de acontecer (KALTHOFF e ROCHL, 2011).

Assim, põe-se a necessidade de se considerar o engajamento entre humanos e não-humanos para o entendimento dos processos de ensino/aprendizagem. Obviamente, esta constatação não é nova. A abordagem histórico-cultural soviética, que se desenvolveu na

esteira do pensamento de Vygotsky, há muito vem insistindo na necessidade de se estabelecer teorias e metodologias que capacitem o pesquisador a estudar os modos como os humanos tanto moldam quanto são moldados pelos não-humanos (DANIELS, 2011, p. 13).

No entanto, normalmente, as pesquisas em sala de aulas de ciências focam as interações entre os humanos e os discursos que eles produzem. O modo pelo qual os não-humanos tomam parte e contribuem para as interações nas práticas educacionais raramente é considerado na literatura (SØRENSEN, 2010, p. 7). Quando evocados, tais elementos são vistos como meros meios que possibilitam a ação humana no mundo, o que estabelece uma distinção nítida entre os humanos e os não-humanos que com eles se relacionam (SØRENSEN, 2010, p. 2). Portanto, pode-se afirmar que essas pesquisas entendem a sala de aula como uma prática *social* – ou seja, como um conjunto de relações entre os agentes humanos – de construção e apropriação do conhecimento.

Porém, levar o papel dos não-humanos à sério significa colocar os humanos e não-humanos no mesmo plano analítico – entendendo-se assim a sala de aula como uma prática *sociomaterial*. Quando queremos, porém, escrutinar as práticas educacionais deste modo, precisamos de novas estratégias analíticas que nos propiciem considerar todos os elementos, humanos e não-humanos, que presentes em uma sala de aula atuam e com a sua atuação modificam, criam e interferem na realidade (LATOUR, 2001) Neste artigo, apresentamos uma proposta de unidade de análise que nos permite trazer conhecimentos acerca da contribuição da materialidade nos processos de ensino de ciências e biologia.

2. Sobre o conceito de mediação e o sujeito cartesiano

Uma estratégia desenvolvida dentro da psicologia histórico-cultural para falar dos não-humanos foi fazer uso do conceito de *mediação (oposredovanie)*. Segundo Wertsch (1985), a abordagem teórica de Vygotsky pode ser entendida em termos de três temas centrais: 1) a afirmação de que uma análise adequada do funcionamento mental humano deve estar fundada na investigação das ferramentas e signos que lhe servem de mediação; 2) a confiança no método desenvolvimental ou genético que permite um estudo amplo dos processos mentais; e 3) a visão de que os processos mentais superiores do indivíduo tem suas origens no plano social (a lei genética do desenvolvimento das funções mentais superiores).

Para nós, no presente texto, tem importância capital o conceito de mediação. Segundo Vygotsky (1978, p. 87), esse conceito é central para o entendimento da formação social do indivíduo. Os mediadores são entendidos como ferramentas ou signos que servem como meios pelos quais o indivíduo exerce ação sobre o mundo ou sofre a ação de fatores

sociais, culturais e históricos. Segundo Engeström, a inserção de artefatos culturais na análise das ações humanas

(...) foi revolucionária no fato de que a unidade básica de análise superou então a cisão entre o indivíduo cartesiano e a estrutura social intocável. O indivíduo não pode mais ser entendido sem o seu meio cultural; e a sociedade não pode mais ser entendida sem a ação dos indivíduos que usam e produzem artefatos (2001, p. 134).

O entendimento do que se considera como mediação na perspectiva de Vygotsky tem sido representado conforme a figura 1, que demonstra as possibilidades para as relações entre sujeito e objeto. Segundo Daniels (2011, p.16), ou a relação do sujeito com o objeto é imediata (S-O), não necessitando de qualquer mediação, ou é mediada (S-A-O) por algum artefato culturalmente constituído e disponível



Figura 1. Triângulo básico da mediação (Daniels, 2011, p. 16).

Com esta concepção de mediação estamos, no entanto, com sérios problemas em mãos. Como vimos, segundo Engeström, a grande contribuição da introdução dos meios mediacionais (artefatos) na análise foi justamente a superação de distinções entre sujeito e objeto e entre o indivíduo e seu meio cultural. Esperava-se assim abalar os alicerces do sujeito cartesiano cindido em corpo e mente, interno e externo, matéria e pensamento. Porém, o que esta interpretação nos oferece é exatamente o contrário, pois o pesquisador ainda é obrigado a manter um vocabulário permeado pelos dualismos interno/externo, dentro/fora, mente/mundo.

Isso ocorre porquê, por um lado, as ferramentas são entendidas como dispendo uma decisão interna do indivíduo. Por outro lado, os signos linguísticos oferecem a possibilidade de internalização do plano social. O que temos, portanto, é um sujeito cartesiano acrescido de um meio social e que faz uso de ferramentas culturais. Porém, no plano analítico, continua a metafísica cartesiana sobre a descontinuidade entre o que está "dentro da mente" e "fora da mente". De modo mais amplo, continua a distinção cartesiana entre "a coisa pensante" (*res cogitans*) e "a coisa extensa" (*res extensa*). Assim considerado, faz-se necessário encontrar uma unidade de análise que dê conta da coalizão ontológica entre sujeito e objetos.

3. Apontamentos sobre a natureza da cognição e o papel dos não-humanos

Se queremos encontrar uma unidade de análise que nos permita abalar as distinções cartesianas e levar à sério o papel dos não-humanos nas relações sociomateriais, precisamos

estabelecer como ponto de partida uma concepção monista da realidade. Em outras palavras, trata-se de assumir a impossibilidade de distinção substancial e funcional entre mente e matéria, entre sujeito e meio. Precisamos igualmente de uma teoria que nos permita pensar os não-humanos como coparticipantes das ações e relações humanas, e não meramente como meios de transporte entre o interno e o externo.

Nas últimas décadas, diversas teorias sobre o funcionamento da cognição tem refutado a concepção de um sujeito cognitivo de rubrica cartesiana. Hutchins (1993), por exemplo, desenvolveu uma abordagem conhecida como *cognição distribuída*, segundo a qual a cognição não é uma propriedade de mentes individuais, mas uma ação dinâmica e contextualizada e localizada em relações distribuídas entre indivíduos e fontes sociais e físicas (p. ex., livros, manuais, colaboradores, computadores, instrumentos de navegação etc.). Estudando como a navegação de uma embarcação é realizada, Hutchins percebeu que havia um esforço de cooperação entre os tripulantes e as ferramentas disponíveis no navio. Cada tripulante tem responsabilidades específicas e manipula ferramentas apropriadas para a tarefa que executa. O resultado desta cooperação é o conhecimento da comunidade sobre como navegar o navio. É o conhecimento do grupo, bem como as ferramentas no navio, que permitem a navegação da embarcação. Hutchins concluiu que mentes individuais não podem ser consideradas como o locus de estruturas que organizam o pensamento.

O reconhecimento da interdependência dos indivíduos e seus ambientes é também uma premissa da psicologia ecológica (GIBSON, 1979 e 1986), que sustenta que a percepção e ação, por exemplo, são propriedades de um *ecossistema*, não de um indivíduo, e é co-determinada pelas interações indivíduo-ambiente. Gibson (1979) introduziu os dois termos relacionais *disponibilidade (affordance)* e *efetividade (effectivity)*. Segundo Gibson (1979), uma disponibilidade é uma combinação específica de propriedades de um ambiente, tomadas em relação a um indivíduo, que podem ser postas em prática, ou seja, fornecem oportunidades de ação. Reciprocamente, uma efetividade é uma combinação específica de propriedades reunidas por um indivíduo, tomadas em referência a um ambiente, que permitem a realização de ações.

Lidando também com as relações organismo/ambiente, Von Uexküll (1909) propôs uma interpretação segundo a qual o organismo é parte do meio e o meio é parte do organismo. Assim, no pensamento de Von Uexküll o ambiente (*Umwelt*) não é algo que pré-existe ou que é dado a um organismo, como um cenário no qual se desenrola a vida do organismo, mas um habitat flexível que é ocupado e feito, e sobre o qual cada organismo deixa sua assinatura. Diz Von Uexküll,

Cada ser vivo, de acordo com sua estrutura, só entra em contato com uma parte muito pequena do mundo externo, e através dessa relação cria o seu próprio mundo circundante, em que ele vive (VON UEXKÜLL *apud* DEL RÍO e ÁLVARES, 2007, p. 285, tradução nossa).

Nos termos de Von Uexküll, em suas articulações organismo e ambiente formam um poderoso todo e, deste modo, os sistemas vivos são processos dinâmicos dentro-fora e fora-dentro (DEL RÍO e ÁLVARES, 2007, pp. 284-285).

Os aportes teóricos poderiam se multiplicar. Por exemplo, poderíamos ainda mencionar a teoria da cognição situada (LAVE, 1988) e a teoria da atividade (ENGESTRÖM, 1987). No entanto, acreditamos ter dito o suficiente para demonstrar como existem importantes contribuições teórico-metodológicas que entendem a cognição como um processo que não ocorre na mente individual, mas que é uma propriedade da ação dos indivíduos entre si e com seu ambiente. Precisamos agora de um referencial que nos permita pensar as relações entre os humanos e não-humanos, de modo a colocá-los no mesmo plano ontológico.

Entre os desenvolvimentos teóricos relacionados aos estudos das relações entre humanos e não-humanos é de especial destaque a teoria ator-rede (TAR), uma abordagem teórico-metodológica originalmente desenvolvida por Callon (1986), Latour (1987) e Law (1987) e que procura explicar a sociedade, entendida como associação de humanos e não-humanos. Estes autores utilizam a noção de rede e conglomeram a semiótica social e a etnometodologia para entender a natureza do social.

Dentro de seu referencial conceitual é de especial interesse o conceito de *actante*. Um actante é qualquer entidade que, em um dado tempo, pode adquirir a habilidade de fazer coisas acontecerem. O actante não necessita estar consciente ou ter intenção. De fato, qualquer entidade (cientista, curandeiro, professor, livros, pregos, microscópios, bactérias, motores, quebra-molas etc.) pode ser um actante desde que esteja deixando rastros de ação. Assim, actantes podem ser humanos ou não-humanos. Eles podem ser tomados também coletivamente, como grupos, salas de aula ou organizações. A TAR representa uma importante ruptura com as ideias tradicionais sobre a interação social, particularmente sobre quem ou que pode legitimamente praticá-la, pois aqui, os não-humanos são mais do que simples adereços (CERULO, 2009).

Também de especial importância para nós é o entendimento da TAR de como um actante se relaciona ou se liga a outro. Essa ligação é feita pelo processo de *translação* (HARMAN, 2009, p. 15), ou seja, o processo pelo qual um actante modifica outro. Em outras palavras, isso significa que para fazer parte de uma rede, os actantes devem ser reunidos de

modo a realizarem a ação conjuntamente. São os momentos de translação entre os actantes que formam as redes sociomateriais.

Sendo uma rede uma assembleia ou reunião de actantes mantidos juntos e ligados por meio de processos de translação, que juntos performam uma determinada ação, quanto mais aliados e conexões existirem na rede, mais forte ela se torna. Desse modo, uma questão importante é compreender como as redes se desenvolvem e crescem. Segundo Callon (1986), isso é feito por “momentos de translação”, ou seja, quando uma rede exerce influência, arremessando-se em espaços e tempos distantes. Quando uma rede torna-se durável suficientemente, suas translações são estendidas a outros locais e domínios por meio de processos de *mobilização*. Essa ação à distância é permitida por um conjunto de coisas a que Latour (1987, p. 229) chamou de "*moveis imutáveis*", que funcionam como delegados de outras redes, estendendo seu poder por mover-se em diferentes espaços e tempos.

4. A unidade de análise

Com estes aportes teórico-metodológicos estamos em condições de propor nossa unidade de análise. Em primeiro lugar, temos as abordagens que nos permitem pensar a cognição como uma função das relações indivíduos/ambiente/ferramentas. Esta proposta visa eliminar o vocabulário cognitivista que separa mente/mundo, sujeito/objeto, dentro/fora. Segundo, temos a abordagem da TAR que procura analisar as translações entre os actantes com a topologia da rede.

Tomemos o exemplo analisado por Hutchins e mencionado anteriormente. Como vimos, Hutchins (1993) argumenta que a cognição é um fenômeno que ocorre de modo distribuído entre indivíduos, ambiente (setores do navio, o próprio navio e a rota marítima) e ferramentas. Assim, podemos propor a figura 2 para ilustrar o processo estudado por Hutchins. A representação proposta traz o processo de navegação de um navio como o resultado de uma complexa rede que envolve diversos actantes: o ambiente no qual a embarcação está localizada, o navio, setores diferenciados dentro do navio (representados por S), indivíduos e suas ferramentas (representado por FI). Porém, o ambiente no qual o navio navega não é simplesmente um espaço passivo. Ele também informa e molda os processos em rede que ocorrem no navio. Por isso, a seta apontando para os dois sentidos.

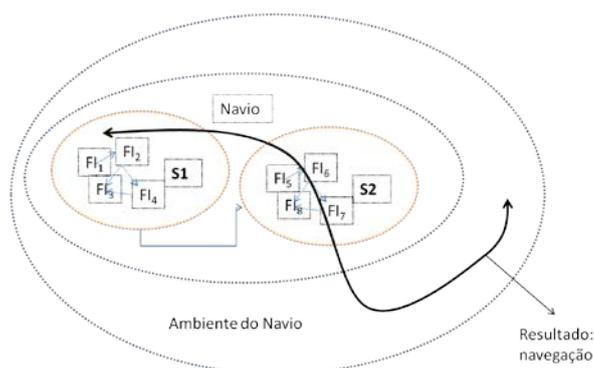


Figura 2. Figuração cognitiva. Uma proposta de unidade de análise.

Obviamente, esta imagem encontra-se extremamente simplificada. Basicamente, ela mostra um resultado cognitivo: a navegação de um navio. Porém, é o suficiente para nossos propósitos. Como se trata de uma figura, de algo que torna um processo visível e sobre o qual podemos discursar, chamaremos a esta imagem de *figuração*. Por se tratar de uma ilustração que torna visível um processo cognitivo, chamaremos então de *figuração cognitiva* e propomos que esta seja uma unidade de análise quando estivermos interessados em descrever os eventos que ocorrem em salas de aula. Assim, a análise trata de descrever os actantes envolvidos (humanos e não-humanos) como, por exemplo, marinheiros, oficiais, radares, lemes, suas ações (o que eles estavam fazendo) estabelecendo rotas, informando sobre condições climáticas, quais movimentos de translações ocorreram, um sequestro por piratas somalis que forçou o navio ficar atracado ou uma tempestade que avariou instrumentos de navegação, e o que emergiu da rede, a navegação segura ou perigosa até o destino final. Com isso, não descrevemos mais interação entre indivíduos humanos somente e também não precisamos nos ater ao fenômeno da aprendizagem como um processo individual, ocorrendo na cabeça de um estudante.

Quando procuramos empreender uma pesquisa que considera a mistura entre os humanos e não-humanos, a partir do território conceitual esboçado nos parágrafos anteriores, o vocabulário começa a falhar. O esforço para construir um novo vocabulário tem sido despendido só muito recentemente. Porém, é preciso estabelecer um ponto de partida metodológico mínimo (SØRENSEN, 2010, p. 28).

Como nosso objetivo é entender as relações entre os elementos humanos e não-humanos, precisamos deixar explicitado que estamos interessados em processos, mais do que em entidades. Isto significa que nossa intenção é compreender a ação material recíproca entre os actantes. Portanto, nossa posição reflete um compromisso com uma "ontologia instável" (WEBSTER, 2012, p. 5). Deste lugar, contestamos as linhas que separam os domínios

ontológicos com os quais nos acostumamos e sobre os quais assentamos entidades tomadas como garantidas.

Para executar a tarefa, no entanto, precisamos de uma lógica da investigação, por assim dizer. Para começar, dentro do referencial da TAR, não devemos definir previamente o papel dos actantes nas práticas em que estão imiscuídos. É no processo de pesquisa que vamos nos deparando com os actantes. Estes são definidos por suas ações. Também não devemos nos apoiar em categorias ontológicas ou epistemológicas predefinidas (SØRENSEN, 2010, pp. 27-29). Esses elementos são consequências das ações recíprocas, e não pontos de partida. No entanto, dois conceitos metodológicos são cruciais para o início da pesquisa.

O primeiro desses conceitos é participação. Esse conceito permite-nos fazer perguntas sobre como os actantes atuam e exercem ações. É o conceito que guia a observação, a análise e a explicação do que acontece nos espaço e tempo observados. A tarefa é seguir os actantes e testemunhar de que modo eles participam do processo (LATOUR, 2012, p. 23). O segundo conceito orientador é performatividade. Esse conceito permite-nos perguntar o que é realizado por meio de um determinado arranjo ou entrelaçamento de actantes. O que emergiu daquele conjunto de relações recíprocas que seguimos? Enquanto as noções de indução e dedução da epistemologia clássica implicam que teorias são representações abstratas da realidade, a noção de performatividade nega essa premissa básica. Uma visão performativa da pesquisa entende os entrelaçamentos de actantes como condições de produção de determinado estado do mundo (BARAD, 2007, p. 49).

Finalmente, devemos explicitar como construímos nossa narrativa. Segundo Latour (2012, pp. 179-204), depois de ter identificado os atores reunidos, as ações envolvidas, a ação dos objetos, as mobilizações, os movimentos de translação, os fatos elencados (ou não), o pesquisador coloca em "teste" o seu trabalho, por meio da escrita. Essa se figura como a sua descrição do rastreamento das associações. Neste sentido, um "bom" relato textual é aquele que traça uma "rede", uma série de ações, onde cada participante faz algo. O que é fundamental, é que para a TAR o trabalho do pesquisador é descrever e, a partir daí, compreender as associações.

Essas associações podem ser expressas por grafos, que se constituem por um conjunto de pontos, chamados nós, conectados por linhas, chamadas arestas, que expressam as relações entre eles. No vocabulário da ANT, os nós representam os actantes e as relações são representadas pelas arestas. Para a construção dos grafos utilizamos o software Gephi, uma plataforma *open source* de visualização e exploração de vários tipos de rede. O Gephi possui uma série de recursos que permitem designar pesos estatísticos a nós e arestas. No

entanto, no âmbito da presente pesquisa, utilizamos somente o recurso de visualização das relações entre nós e arestas.

5. Utilizando a figuração cognitiva

No que segue, analisamos um turno de fala de duas estudantes, em uma aula de ciências do ensino fundamental II, que estavam realizando atividades de uma sequência didática denominada “Hidrelétrica: matriz de energia brasileira”. Essa sequência foi planejada e aplicada pelos autores do artigo e tinha entre os seus objetivos que os estudantes: a) reconhecessem as vantagens proporcionadas pelo investimento na matriz de energia hidrelétrica, b) Avaliassem os impactos ambientais provocados pela construção de usinas hidrelétricas. Uma das estratégias utilizadas foi o júri simulado que era composto por um grupo de alunos que defendia e outro que refutava a construção da usina hidrelétrica de Belo Monte. Os demais estudantes seriam os jurados que, após as considerações dos grupos, decidiriam pela construção ou não da usina. As falas apresentadas abaixo são de duas alunas que tinham o papel de apresentar argumentos contrários à construção da usina hidrelétrica.

Como sempre há uma incerteza sobre a fonte da ação, o primeiro passo que deve ser dado pelo analista é identificar o actante que será seguido ou, na terminologia de Callon (1986), encontrar os *actantes focais*. Definir os actantes focais exige que o pesquisador descreva os estágios de translação. Para nossa análise a usina será o actante focal.

Aluna 1: Ora a construção da **hidrelétrica** irá provocar a alteração do regime do **esgotamento do rio** com **redução do fluxo** diário **afetando a fauna e flora** e introduzindo diversos **impactos sócios econômicos**. Então vai **desmatar as matas**, vai desmatar também metade da **Amazônia**. Isso é muito importante.

Aluna 2: o **transporte fluvial** até o **rio** (...) um dos **afluentes do rio do Xingu** será **interrompida**. Atualmente este é o único **meio de transporte** para **comunidades ribeirinhas** e as comunidades **indígenas** chegarem a **Altamira onde encontram remédios, dentistas** e onde fazem os **seus negócios** como venda de peixes e castanhas. (...) Então tendo o **rio cancelado** as pessoas **não vão ter como atravessar pra ter atendimento médico, vender e ter dinheiro para sustentar as suas famílias**.

Durante o processo de análise, marcamos uma série de palavras e expressões em negrito para identificar os actantes e as ações que foram mencionados pelas estudantes. Ao pensarem sobre a construção da hidrelétrica, as estudantes criaram uma realidade na qual a usina se relaciona ao esgotamento do rio, redução da biodiversidade, impactos socioeconômicos, problemas de saúde e economia familiar. Podemos representar, de modo simplificado, as translações elencadas pelas alunas conforme o grafo abaixo (figura 3).

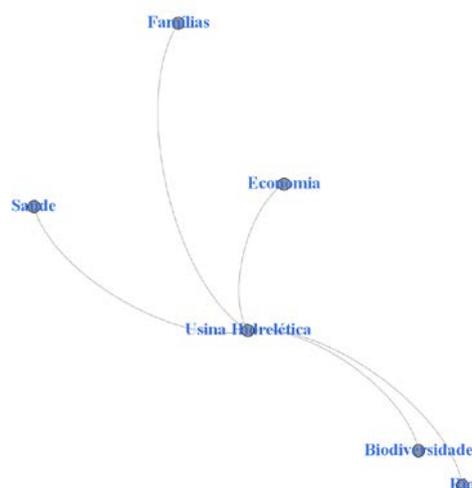


Figura 3. Grafo da usina hidrelétrica e de suas relações, conforme a fala das alunas. (Imagem construída com o software Gephi)

Como podemos demonstrar, a usina hidrelétrica é um híbrido de sociedade e natureza. Os mais diversos actantes (econômicos, sociais, ambientais, biológicos, familiares, etc.) encontram-se imiscuídos na rede relatada pelas estudantes. Visualizar esses actantes e suas relações, facilitando o processo de análise, é o objetivo da figuração cognitiva. Deste modo, a partir do grafo podemos pensar o momento analisado a partir da figuração cognitiva representada na figura 4.

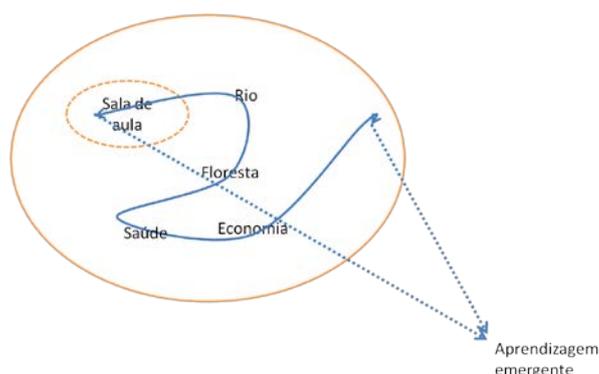


Figura 4. Figuração cognitiva para o turno de fala analisado.

Ao traçarmos essa figuração cognitiva estamos diante de algumas vantagens. Primeiro, o analista pode facilmente evitar o vocabulário mentalista, pois se trata agora de descrever as relações entre os actantes, não importando distinções entre planos ontológicos. Segundo, o analista está em condições de focar a aprendizagem como um fenômeno que emerge em uma rede sociomaterial e, assim, como algo coletivo e distribuído. Terceiro, percebemos que a sala de aula não é mais um espaço físico delimitado por quatro paredes, que contém estudantes e professor. Os actantes mobilizados transladam floresta, economia, questões de saúde, biodiversidade, ou seja, outros espaços físicos e territórios conceituais. Finalmente, outros tempos aparecem na sala de aula, uma vez que as alunas estão pensando

um estado de mundo possível caso a hidrelétrica seja construída. Assim, os estados futuros possíveis do mundo tornam-se fonte de análise. O que emerge dessa figuração, portanto, é um aprendizado que não pode mais ser situado na mente do sujeito e que não está restrito a conceitos puramente das ciências naturais e que faz uso de outros lugares e tempos.

6. Considerações finais

Em nosso grupo de pesquisas procuramos desenvolver metodologias que visam romper com as tradicionais distinções entre sujeito/objeto, sujeito/mundo, mente/natureza e que deem conta dos processos aprendizagem de sala de aula. Procuramos também uma abordagem mais ontológica e menos epistemológica, ao buscarmos assentar nossas pesquisas em referências que permitam escrutinar o papel dos não-humanos nas interações que ocorrem em sala de aula e ao descrevermos os actantes em ação e as realidades que são geradas. Essa busca é fruto da constatação da insuficiência do vocabulário mentalista e do papel secundário a que tem sido relegado os não-humanos em muitas das pesquisas na área de ensino/aprendizagem de ciências. Embora essas pesquisas continuem a trazer importantes contribuições para nosso entendimento do que ocorre em sala de aula, acreditamos que estão disponíveis referenciais que nos permitem uma reapreciação do que conta como cognição, entendida em sua materialidade, ou seja, como um fenômeno relacional entre sujeitos humanos e seus ambientes sociotécnicos. O que aqui se enunciou deve ser visto como um passo bastante incipiente no sentido de romper as fronteiras entre o mental e o material, o organismo e o meio, o interno e o externo. Mais importante, a unidade de análise aqui apresentada necessita ainda de muitos refinamentos.

A figuração cognitiva, conforme apresentada acima, nos dá uma visão mais ampla do processo, uma macrovisão. Com ela somos capazes de evitar o vocabulário mentalista e descrever o fenômeno da cognição em toda sua amplitude espacial e temporal e como uma mistura de humanos e não humanos. Porém, alguém pode desejar uma aproximação que dê conta dos processos microgenéticos que ocorrem em sala de aulas, evitando igualmente um vocabulário dualista. Como para isso é necessário ater-se aos detalhes das interações, faz-se necessário pensar a unidade para esses processos microgenéticos. Isto ainda precisa ser feito.

Os dados da interação que foram apresentados podem ser considerados ínfimos, mas nos possibilitam perceber indícios de que a sequência didática tornou alunos capazes de emitir opinião sobre questões relacionadas à Ciência e Tecnologia, bem como dos efeitos desta ao meio ambiente. Esses dados fortalecem a nossa convicção que estamos empreendendo um bom caminho na construção de instrumentos de ensino, pois a sequência didática permitiu a

mobilização de diferentes actantes para a construção do conhecimento científico escolar. Além disso, contamos com uma promissora unidade de análise que nos permite evidenciar a estreita relação entre os humanos e não-humanos nos processos de ensino aprendizagem.

Antes de terminarmos devemos deixar uma última nota. Como se pode ver, a figuração cognitiva permitiu visualizar as íntimas relações entre assuntos normalmente tidos como situados em campos disciplinares específicos. O que a unidade de análise nos permitiu foi a constatação das íntimas relações que existem entre disciplinas e os setores ontológicos normalmente estabelecidos. Assim, acreditamos estar diante de uma estratégia que permite a análise dessas relações disciplinares. Isto, porém, deve ainda ser explorado em artigo subsequente.

7. Referências

- Barad, K. *Meeting the universe halfway*. Durham: Duke University Press, 2007.
- Callon, M. Some elements of a sociology of translation: domestication of the scallops and the fishermen of Saint Brieuc Bay. In: Law, J. *Power, Action and Belief. A New Sociology of Knowledge?*, pp. 196-233. Boston: Routledge, 1986.
- Cerulo, K. A. Nonhumans in social interaction. *Annu. Rev. Sociol.*, 35: 531-552, 2009.
- Daniels, H. *Vygotsky e a pesquisa*. São Paulo: Loyola, 2011.
- Del Río, P. e Álvares, A. Inside and outside the zone of proximal development. In: Daniels, H.; Cole, M. and Wertsch, J. V. *The Cambridge companion to Vygotsky*, pp. 276-303. New York: Cambridge University Press, 2007.
- Engeström, Y. *Learning by expanding*. Helsinki: Orienta-konsultit, 1987.
- Gibson, J. J. The theory of affordances. In: R. E. Shaw. R. E. and Bransford, J (Eds.). *Perceiving, acting and knowing: Toward an ecological psychology*, pp. 67-82. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1977.
- Gibson, J. J. *The ecological approach to visual perception*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1986.
- Harman. G. *Prince of networks. Bruno Latour and metaphysics*. Melbourne: Re.Press, 2009.
- Hutchins, E. Learning to navigate. In: Lave, J and Chaiklin, S. (Eds.). *Understanding practice: Perspectives on activity and context*, pp. 35-63. New York: Cambridge University Press.
- Kalthoff, H. and Roehl, T. *Interobjectivity and Interactivity: material objects and discourse in class*. *Human Studies*, 34: 451-469, 2011.
- Latour B. *Science in Action: How to Follow Scientists and Engineers through Society*. Cambridge:Harvard University Press, 1987.
- Latour, B. *On actor-network theory: a few clarifications*. Disponível em <http://www.nettime.org/Lists-Archives/nettimel-9801/msg00019.html>, 1997. Acesso em 05/03/2014.
- Latour, B. *Reagregando o social*. Salvador/Bauru: EDUFBA/EDUSC, 2012.
- Lave, J. *Cognition in practice: Mind, mathematics, and culture in everyday life*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.
- Law, J. Technology and heterogeneous engineering: the case of the Portuguese expansion. In: Bjirker, W. E.; Hughes, T. P. and Pinch, T. J. (Eds.). *The Social Construction of Technical*

- Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*, pp. 111–34. Cambridge: MIT Press, 1987.
- Sørensen, E. *The materiality of learning*. Cambridge: Cambridge University Press, 2010.
- Vygotsky, L. S. *Mind in society*. Cambridge: Harvard University Press, 1978.
- Webster, A. Introduction. Bio-objects: exploring the boundaries of life. In: Vermeulen, N.; Tamminen, S. and Webster, A. *Bio-objects. Life in the 21st century*, pp. 1-10. Burlington: Ashgate, 2012.
- Wertsch, J. V. *Vygotsky and the social formation of mind*. Cambridge: Harvard University Press, 1985.