

QUANDO OS EDUCANDOS TRANSFORMAM UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA EM UM ATOR-REDE. MOVIMENTOS DE TRANSLAÇÃO ENTRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS

When students become a didactic sequence in an actor-network. Translations between science, technology, society and environment in youth's and adult's education

Francisco Ângelo Coutinho [fac01@terra.com.br]

Victor Marcondes de Freitas Santos [victorbiologo2012@gmail.com]

Ana Cláudia Reis Amaral [anaclaudia_r.a@hotmail.com]

Universidade Federal de Minas Gerais

Faculdade de Educação - DMTE

Av. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha - Belo Horizonte - MG

CEP 31270-901

Magno Inácio dos Santos [macicb@gmail.com]

Escola Estadual Maria Andrade Resende

Rua Reinato Fantoni, 51, - Enseada das Garças - Belo Horizonte – MG

CEP: 31545-320

Fábio Augusto Rodrigues e Silva [fabogusto@gmail.com]

Universidade Federal de Ouro Preto

Instituto de Ciências Exatas e Biológicas – DEBIO

Campus Morro do Cruzeiro

CEP: 35400-000

Analise de Jesus da Silva [analisedasilva@gmail.com]

Universidade Federal de Minas Gerais

Faculdade de Educação - DMTE

Av. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha - Belo Horizonte - MG

CEP 31270-901

Resumo

O artigo apresenta os resultados de uma pesquisa realizada em uma aula na modalidade educação de jovens e adultos (EJA). A aula faz parte de uma sequência didática sobre as controvérsias em torno da proposta do antropoceno como uma nova idade geológica. Nossa intenção foi utilizar o conceito de antropoceno como um nexos capaz de congregando os componentes ciência, tecnologia, sociedade e ambiente e, deste modo, contextualizar os conteúdos científicos para os educandos da EJA. A análise mostrou que, a partir da aula sobre história da Terra e da vida na Terra, esta é uma experiência didática capaz de caracterizar algumas especificidades dos educandos e das aulas na EJA. Ao final, propomos entender estas aulas mais como um ator-rede do que como um acontecimento linear. Deixamos ainda algumas questões que necessitam de aprofundamento e desdobramentos.

Palavras-Chaves. Ensino de ciências; educação de jovens e adultos; abordagem CTSA; antropoceno; teoria ator-rede.

Abstract

In this paper we present the results of a research conducted on an education of adults and youths class which was part of a didactic sequence about the controversies of the anthropocene as a new geological age. Our intention was to use the anthropocene concept as a nexus able of assembling the science, technology, society and environment components. By that, we were able to contextualize scientific content for the students. Our analysis showed, from the History of Earth and life on Earth lesson, that this is a successful learning experience. More than that, we were able to characterize

some of the student's specificities. At the end, we propose to understand this lesson more like an actor-network rather than a linear event and discuss some topics that need deepening and unfolding. **Keywords.** Science education; youth's and adult's education; CTSA; anthropocene; actor-network theory.

1. Introdução

A Educação de Jovens e Adultos é um campo político de formação e investigação, e está comprometida com a educação das camadas populares e com a superação das diferentes formas de exclusão e discriminação existentes em nossa sociedade, as quais se fazem presentes tanto nos processos educativos escolares quanto nos que vão além da escola (Soares, 2005). A EJA é também uma modalidade de educação construída a partir da constatação de que os sujeitos sócio-culturais – educandos e educandas, educadores e educadoras - envolvidos no processo trazem consigo um repertório de vivências e saberes que devem ser tomado como norteador nas propostas político-pedagógicas.

O campo teórico e prático da EJA é vasto e mantém numerosas interfaces com temas correlatos. Entendemos que, se ao longo da última década as políticas públicas de educação escolar no Brasil trataram como prioridade a universalização do acesso e permanência de crianças e adolescentes na Educação Básica, o quadro educacional brasileiro ainda se mostra bastante insatisfatório quanto à garantia dos direitos, e isso se constitui em um desafio: o de ofertar Educação Básica aos jovens e adultos que a ela não tiveram acesso ou não conseguiram concluí-la com êxito quando eram crianças e adolescentes, marcando em qualquer uma das formas a negação do direito à educação.

Embora a Constituição Federal de 1988 afirme, em seu artigo 208, parágrafo I, que o Estado deve garantir “ensino fundamental, obrigatório e gratuito, assegurada, inclusive, sua oferta gratuita para todos os que a ele não tiveram acesso na idade própria” (Brasil, 1988), existe atualmente no Brasil um contingente enorme de jovens e adultos que não tiveram a oportunidade de terminar a formação escolar básica na adolescência.

Em relação à Educação Básica, no Brasil, tínhamos em 2014, em números absolutos, cerca de 20,4 milhões de brasileiros com Ensino Médio incompleto. Trata-se de um número maior de pessoas que a população do Chile, por exemplo. Dada esta situação, o afirmação Educação de Jovens e Adultos (EJA) como modalidade procura incentivar a volta desta parcela da população às salas de aula, não como um ambiente de suplementação, mas como um processo de espaço de formação permanente e adequada a sujeitos com peculiaridades. Porém, não obstante o aumento do número de matrículas (Muenchen e Auler, 2007), o afastamento destes sujeitos mais uma vez das salas de aula continua a ser preocupante. Segundo Muenchen e Auler (2007), menos de 30% concluem os cursos. Ou seja, é preciso garantir também a permanência destes jovens e adultos para que concluam seus estudos. Quanto a este aspecto, Muenchen e Auler (op. cit.) consideram que as altas taxas de evasão estejam relacionadas, entre outras causas, à utilização de material e estratégias de ensino inadequadas à faixa etária e aos conteúdos sem significado para os estudantes.

O movimento de abandono das salas de EJA, mesmo que se trate de um abandono temporário, pois muitos voltam a demandar matrícula em outros períodos do ano, evidencia que os sujeitos de direitos da EJA não são ainda reconhecidos como trabalhadores que estudam, diferindo-se das crianças e adolescentes, que eventualmente trabalham. Os estudos de Ribeiro, Vóvio e Di Pierro nos autorizam a estas afirmações aos dizerem que

Hoje, temos ciência de quão difícil é motivar o ingresso e permanência em processos de aprendizagem de pessoas que vivem múltiplos processos de marginalização

socioeconômica e cultural, o que resulta nos altos índices de abandono dos programas educativos dirigidos aos jovens e adultos. (Ribeiro, Vóvio e Di Pierro 2008, p. 32).

Segundo Da Silva (2013), outro fator que colabora no desafio de garantir a permanência dos educandos em suas salas de aula,

(...) provocando certo desconforto entre esses jovens, adultos e idosos diz respeito à capacidade de assimilação dos conteúdos. Enquanto os jovens o absorvem mais rapidamente, em função da vivência escolar mais recente, os adultos e idosos demandam, às vezes, tempo e dedicação maiores. Isso cria uma impaciência em ambos os grupos e provoca, às vezes, o abandono da escola tanto por parte dos jovens como dos adultos e idosos. Entretanto, não evadem de modo definitivo, pois, no ano seguinte, lá estão eles novamente superlotando as salas de EJA nos primeiros meses de aula. (Da Silva, 2013, p. 12).

Fica cada vez mais evidente a necessidade de buscarmos a construção de propostas pedagógicas voltadas especificamente ao trabalho com a EJA, valorizando as vivências dos educandos e a contribuição de tais vivências para a construção do conceito trabalhado em nossos conteúdos específicos e o diálogo de tais conceitos com os significados atribuídos por estes sujeitos aos conteúdos programáticos trabalhados em suas experiências curriculares. Segundo Da Silva (2010), como uma das possibilidades de manter aceso neles o desejo de permanecer frequentando as aulas e aprendendo.

Considerando a possibilidade de contribuir para a compreensão dos processos de ensino/aprendizagem em ciências na EJA, o presente artigo coloca como questão “que translações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente são realizadas pelos educandos da EJA (CTSA¹)?”. Isto porque o espírito que anima uma abordagem CTSA é a intuição básica de que a ciência não ocorre dentro de fronteiras isoladas do mundo social. Desta perspectiva, tal abordagem tem a vantagem de servir como um alicerce para a contextualização social dos conteúdos e estabelecer estratégias que coloquem à disposição do estudante conteúdos relevantes para sua vida cidadã.

Dito de outro modo, ao longo de sua história o movimento CTSA enfatizou diversos objetivos e estratégias de ensino, partindo de uma compreensão mais ampla de ensinar a ciência enquanto processo e produção humana e não como um conjunto de verdades absolutas (Coutinho et al, 2014). Basicamente, tais propostas procuram romper com a ênfase em uma educação conteudista – na qual os estudantes memorizam um conjunto enorme de conceitos e processos, mas que ao final não são apropriadas por eles por não dialogar com as experiências vivenciadas por esses sujeitos.

Orientados por esta concepção de educação em ciências, apresentamos aqui um estudo sobre uma sequência didática voltada para o ensino médio da EJA que se baseia em questões CTSA, especificamente às que estão relacionadas ao antropoceno e aos debates em torno de sua adequação como caracterizador de uma nova idade geológica. Esta sequência foi elaborada por meio de um trabalho colaborativo entre um professor de Biologia de uma escola da rede estadual de Minas Gerais, alunos da graduação e pós-graduação e professores de instituições universitárias. Em todo o trabalho – de construção, de pesquisa e de avaliação – nos valem dos referenciais da abordagem CTSA e da Teoria Ator-Rede para fundamentar as escolhas de estratégias didáticas empregadas e para analisarmos os dados que emergiram da situação propiciada pela sequência didática.

¹ Inicialmente, esse movimento era conhecido como ciência, tecnologia e sociedade (CTS). Mais tarde, houve uma modificação para incluir também o ambiente, tornando-se CTSA. No presente artigo, adotamos a sigla mais recente.

2. A teoria ator-rede como enquadramento teórico-metodológico para o entendimento do entrelaçamento entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

O movimento CTSA parte da ideia de que os elementos Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente desempenham importante influência um sobre o outro e que, portanto, existe uma relação entre eles. Porém, podemos perguntar, qual é exatamente a natureza desta relação? Nossa busca pela compreensão de tais relações assenta-se sobre os trabalhos de antropologia dos modernos, realizados por Bruno Latour (1993) no âmbito da teoria ator-rede (TAR). Esta teoria, atualmente, coloca-se como uma forte ferramenta teórico-metodológica em campos tão diversos quanto a arqueologia, o turismo, a economia, a filosofia, a administração, a psicologia e, entre outros, obviamente, a sociologia e a antropologia. Embora Latour seja mais conhecido no campo de educação em ciências por seus trabalhos de etnografia do laboratório (Latour & Woolgar, 1986 [1979]) e da produção tecnocientífica (Latour, 1987), devemos apontar que estes trabalhos situam-se dentro de uma agenda mais ampla, cuja intenção maior é responder à questão: "o que é um Moderno?" (Latour, 1993, p. 10). Por isto, nossa investigação estabelece como chave de leitura de Latour sua análise da modernidade.

Ao invés de derivar sua pesquisa a partir da hermenêutica dos grandes pensadores e intelectuais, como o fizeram, por exemplo, Habermas (1987) e Vattimo (1985), Latour procura entender o mundo moderno como um antropólogo e, enquanto tal, desloca-se para os espaços onde se desenrolam nossas vidas. É com este propósito que Latour instala-se em laboratórios (Latour & Woolgar, 1986), em tribunais (Latour, 2009) ou acompanhando cientistas em trabalhos de campo, enquanto estes procuram resolver controvérsias científicas (Latour, 1999, pp. 24-79).

A escolha da antropologia como inspiração e abordagem metodológica se deve, segundo Latour, ao fato de ser esta a ciência que é capaz de ligar uma ampla variedade de diferentes temas. A partir da análise de um texto do antropólogo Philippe Descola, que descreve o povo Achuar, Latour mostra como em um pequeno trecho os antropólogos são capazes de falar sobre

[...] a definição das forças em jogo, a distribuição de competências entre os seres humanos, deuses e animais não-humanos; os procedimentos para chegar a acordos; as conexões entre religião e poder; antepassados; cosmologia; direitos de propriedade; a taxonomia de plantas e animais (Latour, 1993, p. 14, tradução nossa).

A aspiração de Latour é fazer algo similar. Ele almeja definir a modernidade falando de muitas e diferentes coisas ao mesmo tempo (Blok & Jensen, 2011, p. 54). Isto porque, segundo ele, qualquer coletivo mobiliza, em sua composição, o céu, a terra, os corpos, as ferramentas, as almas, os bens, os deuses, o direito, os ancestrais, as forças naturais, os animais, as crenças e as bestas (Latour, 1993, p. 107). Todos estes elementos operam dentro de uma matriz antropológica que jamais abandonamos. No entanto, os diversos coletivos diferem bastante quanto ao modo com que repartem os seres, suas propriedades e as relações que são aceitáveis entre eles. A questão então é: o que caracteriza este coletivo ao qual chamamos de modernidade?

Para responder a esta questão, Latour introduz um experimento de pensamento segundo o qual haveria uma Constituição que estabelece as regras do pensamento e da ação dos modernos (Latour, 1993, p. 13). Em seu experimento de pensamento, Latour imagina que esta Constituição moderna (com C capital) age como uma constituição política tácita, atuando como um tipo de lei comum, prescrevendo certas divisões de poderes, direitos e garantias. Esta Constituição moderna define nossa visão da natureza, da ciência, da sociedade, da religião e muito mais (Blok & Jensen, 2011, p. 54). Assim, Latour se propõe a desvelar esta Constituição dos modernos, tal como Descola havia feito em relação à vida dos Achuar.

Por onde começar uma análise desta Constituição moderna? Latour (1993, p. 1) começa com a leitura de um jornal francês. Ao ler uma reportagem sobre buracos na camada de ozônio, aprende-se primeiro sobre os químicos e as medidas que eles realizam acerca dos gases presentes nas regiões atmosféricas que estão acima dos polos da Terra. Em seguida, na mesma reportagem, lê-se sobre as modificações que as multinacionais estão realizando em suas linhas de produção para substituir os clorofluorcarbonetos (CFC), que contribuem para a rarefação da camada de ozônio. A reportagem evolui discorrendo sobre substâncias químicas, freezers, tipos de gases e padrões de consumo. As discussões entre os chefes de Estado entram na história, junto com os acordos internacionais, os direitos das gerações futuras e protestos dos movimentos ambientalistas. Conforme esta narrativa, podemos construir a figura 1. Veja-se que todos os atores e entidades encontram-se imbricados em uma complexa rede de interações.

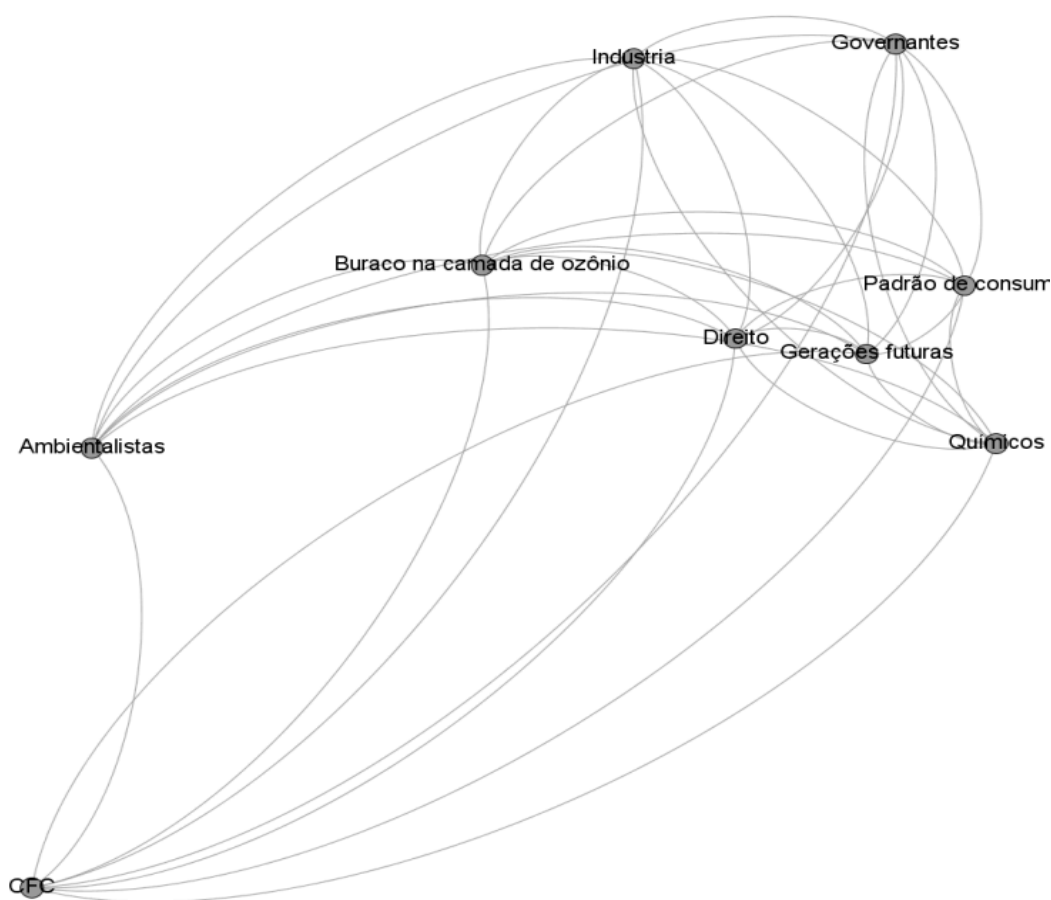


Figura 1. Rede de interações da reportagem analisada por Latour. (Figura construída com o programa GEPHI®)²

Diz Latour:

O mesmo artigo combina as reações químicas e reações políticas. Um único fio liga as ciências mais esotéricas e as políticas mais sórdidas, o céu bem distante e um pouco de uma fábrica nos subúrbios de Lyon, perigos em escala global e as eleições locais iminentes ou a próxima reunião do conselho. Os horizontes, as apostas, os prazos, os atores - nenhum deles é comensurável, ainda lá estão eles, capturados na mesma história (Latour, 1993, p. 1, tradução nossa).

² Imagem construída unicamente com intenção ilustrativa. Portanto, não foram atribuídos pesos estatísticos aos tamanhos de nós e arestas.

Latour sugere que uma análise como esta apresenta um paradoxo estranho. Por um lado, percebemos um intrincado entrelaçamento de toda sorte de elementos e atores. No caso em questão, a camada de ozônio está interconectada às pesquisas dos químicos, à linha de montagem das indústrias, às decisões políticas dos países industrializados, ao padrão de consumo dos países desenvolvidos, aos movimentos ambientalistas e, até mesmo, ao direito e a preocupação com as gerações futuras, ou seja, com pessoas que ainda não nasceram. A camada de ozônio seria um dos muitos exemplos de tais fenômenos e elementos híbridos que podemos listar. Latour cita ainda a AIDS, chips de computadores, ovelhas clonadas, doença da vaca-louca, organismos geneticamente modificados, embriões congelados entre outros. No entanto, por outro lado, um aspecto fundamental do mundo moderno foi justamente estabelecer categorias rígidas que nos obrigam a distinguir entre conhecimento e interesse, justiça e poder, o social e o natural, ciência e tecnologia. De modo mais claro, haveria na modernidade uma postura metafísica essencialista segundo a qual o mundo deve ser dividido em categorias com fronteiras evidenciadas. Eis então o paradoxo: um fenômeno depois do outro, mistura aquilo que havíamos pensado ter separado.

Deste ponto de partida, Latour analisa episódios que contribuíram para a formação de nossa mentalidade sobre o significado de modernidade. Para Latour, nós, os modernos, somos pessoas que acreditam em categorias ontológicas puras, tais como o econômico, o social, o científico, o natural, o político, e assim por diante. Porém, mais ainda, somos pessoas que mantêm essas crenças apesar dos híbridos pulularem a todo instante ao nosso redor. A análise de Latour o leva, então, a postular dois traços distintivos da Constituição moderna, ilustrado na figura 2 (a, b). Enquanto temos o trabalho de purificação, que corresponde à prática contínua e ao esforço discursivo de separar natureza e cultura em dois polos ontológicos distintos, nós temos também o trabalho de translação, que corresponde à prática de criar misturas e novos tipos de entidades, que tornam impossível distinguir entre o social e o natural (Latour, 1993, pp. 10-11).

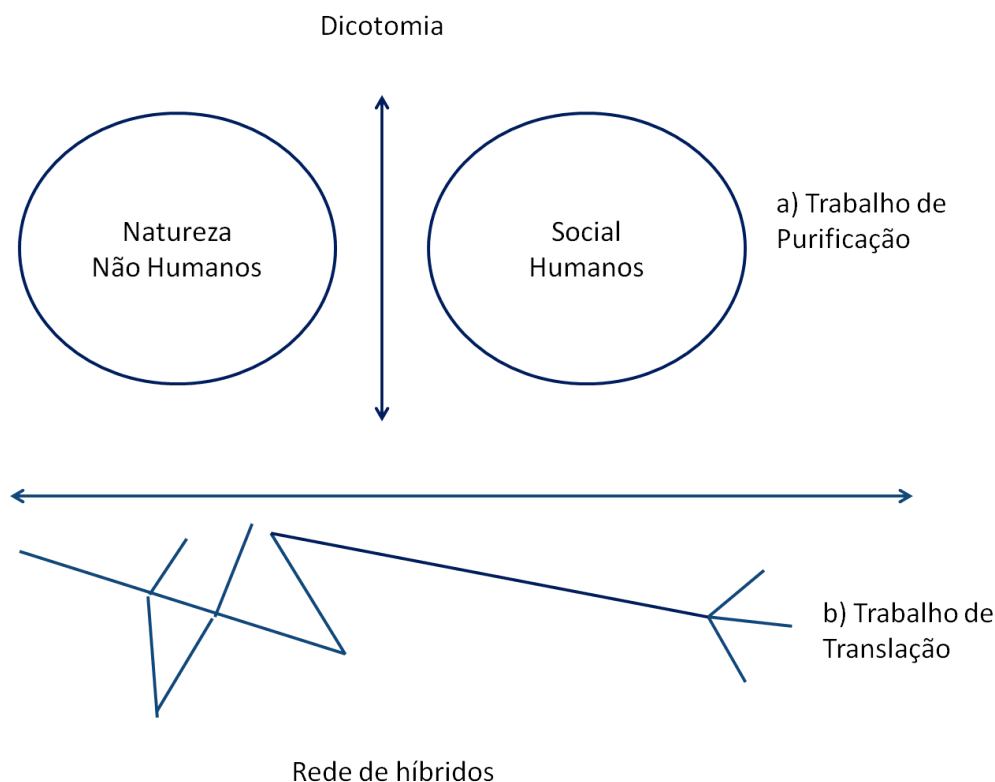


Figura 2. Trabalhos de purificação e translação, segundo Latour (baseado em LATOUR, 1993, p. 11)

A análise de Latour, no entanto, não termina na argumentação sobre a impossibilidade de separar os polos da natureza e da cultura no processo de produção do conhecimento científico. Isto

porque a ciência não existe enquanto uma esfera isolada do resto da sociedade. Portanto, separar a ciência dos demais elementos da sociedade, como política, economia e direito exige também um trabalho de purificação. Como afirma Latour,

A noção de uma ciência isolada do resto da sociedade vai se tornar tão sem sentido quanto a ideia de um sistema de artérias desconectado de sistema de veias. Mesmo a noção de um "coração" conceitual da ciência vai assumir um significado completamente diferente uma vez que começamos a examinar a vascularização rica que faz com que a disciplina científica se mantenha viva (LATOURE, 1999, p. 80, tradução nossa).

Tomando a figura 1, novamente, vemos que "buraco na camada de ozônio" não é um elemento que possa ser colocado do lado da natureza ou do lado da sociedade. Porém, mais ainda, o que percebemos é que "buraco na camada de ozônio" é uma intrincada rede que se estabelece entre direito, indústria, economia (padrões de consumo), ciência da atmosfera (químicos, CFC), e por aí adiante. Utilizando-se a terminologia da TAR (Latour, 2005), o elemento "buraco na camada de ozônio" não pode ser definido de modo essencialista – como se tivesse propriedades necessárias e suficientes para ser o que é –, mas deve ser entendido como uma associação e compreendido em termos de rede, ou ator-rede, que envolve uma heterogeneidade de elementos humanos e não-humanos.

Como podemos ver, a TAR nos apresenta um território analítico-conceitual que nos permite pensar as relações CTSA como trajetórias dentro de uma intrincada rede que formam híbridos que se recusam a uma posição confortável, seja no polo da natureza ou da cultura, da ciência ou da tecnologia, do direito ou da economia. Assim, entender as relações entre CTSA equivale a recusar os esforços de purificação na medida em que se acatam os momentos de translação.

3. O conceito de antropoceno como nexos

Uma vez que o presente artigo articula-se em torno de coleta de dados realizada durante a aplicação de uma sequência didática sobre o conceito de antropoceno, cabem aqui alguns esclarecimentos. O termo antropoceno foi inicialmente sugerido por Crutzen & Stoermer (2000), e refere-se à proposta de uma nova idade geológica na história da Terra. Diferentemente das outras épocas, o antropoceno não assume um fenômeno natural como indício para sua origem, mas coloca em pauta o papel da humanidade como força capaz de moldar as condições ambientais do planeta. Crutzen & Stoermer (2000) citam que a expansão da humanidade e a crescente demanda pelos recursos naturais provocam impactos ambientais negativos no planeta, tanto na escala local (por exemplo, poluição hídrica), como global (por exemplo, o aumento das concentrações dos gases do efeito estufa), que potencializam a interferência antrópica na geologia e ecologia da Terra. Steffen et al. (2011) apontam que os impactos das atividades humanas competem com algumas das grandes forças da natureza, uma vez que podem interferir nos ciclos biogeoquímicos como do carbono, nitrogênio, fósforo, enxofre e da água, ou seja, no funcionamento do Sistema Terra.

Não existe uma concordância quanto ao marco inicial do antropoceno. Segundo Steffen et al (2011), dois eventos pré-industriais são mencionados e defendidos. O primeiro faz alusão às ondas de extinção em massa da megafauna do Pleistoceno, ocasionada pela interferência direta do homem. O segundo evento, defendido por Ruddiman (2003), evidencia o papel da agricultura (que se iniciou há 8.000 anos), como atividade humana que contribuiu para que as concentrações CO₂ e CH₄ fossem suficientes para evitar o início de uma nova glaciação. Entretanto, Steffen et al (2011) relatam que não existe consenso na comunidade científica sobre a intensidade destes eventos ou que permitam estabelecer um ou outro como aquele que seria o evento primordial.

Em contrapartida aos eventos pré-industriais, tanto Crutzen & Stoermer (2000) quanto Steffen et al (2011), defendem que o início do antropoceno deveria ser datado após a primeira Revolução Industrial. Steffen et al (2011) apontam o ano de 1850 para o início do Antropoceno, uma vez que, a partir deste ano, as concentrações de CO₂ passaram a aumentar para além das variações normais detectadas na história da Terra. O aumento da concentração dos gases do efeito estufa, principalmente o CO₂, representa um dos fundamentos que sustentam os argumentos de que as modificações climáticas globais têm origem nas atividades humanas. “A grande aceleração”, descrita por Steffen et al (2011), retrata a intensificação da interferência humana após a segunda guerra mundial, advinda do crescimento populacional exacerbado e da maior utilização de combustíveis fósseis.

Como relatado por Steffen et al (2011), Leite (2014) e Martini (2014), o termo antropoceno está sendo avaliado pela Comissão Internacional de Estratigrafia da União Internacional de Ciências Geológicas (IUGS, na sigla em inglês). Para tanto, foi criado o “Grupo de Trabalho do antropoceno”, visando estudar o assunto. Apesar de ainda não ser consensual e apresentar-se como controverso, o termo antropoceno permite reconfigurar a separação tradicionalmente estabelecida entre o domínio da natureza e o domínio do social, pois com ele podemos “examinar em que espécie de espaço e em que espécie de tempo efetivamente estamos vivendo” (Latour, 2014a). Mais propriamente, este conceito define a ação humana por meio da elaboração de uma série desconcertante de entidades, algumas relacionadas com as ciências “naturais” – bioquímica, DNA, tendências evolutivas, formação de rocha, ecossistema – enquanto outras referem-se claramente ao que os antropólogos estudam em trabalhos de campo – os padrões de uso da terra, as migrações de plantas, animais e pessoas, vida urbana, as trajetórias das epidemias, a demografia, as desigualdades, as classes e as políticas estatais (Latour, 2014b). Portanto, colocamos como hipótese provisória a possibilidade do conceito de antropoceno fornecer uma oportunidade para evitarmos os momentos de purificação e fortalecermos os momentos de translação que produzem sociedade e natureza, conforme descrito anteriormente.

4. Metodologia

O que aqui é apresentado faz parte de um projeto mais amplo que objetiva produzir, testar, reformular e divulgar sequências didáticas de ciências naturais no âmbito da Educação Básica. Este projeto é financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e é desenvolvido por uma equipe formada por dois professores universitários, um professor da Educação Básica, um estudante de mestrado, um bolsista de apoio técnico e um bolsista de iniciação científica.

A ideia para elaboração da sequência didática aqui apresentada surgiu do interesse do grupo em disponibilizar, para uma turma da EJA, o debate sobre a controvérsia que ocorre atualmente na comunidade científica sobre a existência ou não do antropoceno. A SD foi construída de forma colaborativa durante os encontros da equipe, e seguiu a seguinte dinâmica: planejamento da aula, aplicação da aula na escola, reunião do grupo para discutir a aula executada e para planejar a aula seguinte. O programa de atividades da sequência didática foi desenvolvido em 8 aulas de 80 minutos, as quais estão descritas no quadro 1.

AULA	ATIVIDADES DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA
01	Aula sobre escalas (medidas).
02	Aula expositiva sobre as Eras Geológicas e eventos representativos.
03	Confecção da linha do tempo da Escala de Tempo Geológico.
04	Leitura de texto e resolução de questionário.
05	Aula expositiva sobre a construção de um mapa conceitual e início da elaboração dos mapas pelos grupos.
06	Apresentação dos mapas conceituais sobre o antropoceno e explicação do trabalho final pelo professor.
07	Reunião dos grupos para discussão sobre o posicionamento do grupo e planejamento da apresentação do trabalho final.
08	Apresentação do trabalho final.

Quadro 1. Descrição das atividades da sequência didática.

A aula 1 teve como objetivo desenvolver o conceito de escala e de conversão de medidas, com o intuito de permitir que os estudantes compreendessem os eventos geológicos e biológicos que ocorreram na história da Terra. Na aula 2 o professor apresentou a Escala Geológica do Tempo.

Na aula 3, com o propósito de auxiliar na compreensão dos estudantes sobre a dimensão do tempo geológico, os alunos foram para o pátio da escola para a construção de uma linha do tempo sobre a história da Terra. Utilizando-se de folhas de formulário contínuo, as quais estavam coladas em uma parede, o professor forneceu aos estudantes régua, pincéis de cores variadas e uma tabela com o nome das eras e períodos geológicos e explicou que juntos eles deveriam realizar a conversão do tempo geológico em uma escala métrica. Assim, cada período geológico seria representado em termos de comprimento na linha que estavam construindo. Na segunda etapa da atividade o professor forneceu recortes de figuras de organismos vivos representativos de cada período geológico, sem a identificação, e solicitou que os alunos colassem a ilustração na linha do tempo, conforme a correspondência com o período geológico. Ao fim, o professor caminhou pela linha construída, conferindo se as figuras coladas condiziam com o seu período, e explicou sobre os eventos geológicos e biológicos ocorridos em cada um deles.

Na aula 4, com o objetivo de introduzir o conceito de antropoceno, o professor distribuiu para cada aluno uma folha que continha impressa a reportagem “Ação Humana coloca o planeta em nova época geológica” publicada no jornal online da BBC Brasil e escreveu no quadro seis questões, as quais deveriam ser respondidas individualmente durante a aula e entregues em folha separada na aula seguinte. As questões encontram-se no quadro 2.

QUESTÕES

- 1) Quando surgiram os primeiros ancestrais do homem?
- 2) Como o homem interfere no ambiente?
- 3) Segundo a escala geológica construída na aula anterior, quais eventos você acha que contribuíram para a formação da sociedade humana atual?
- 4) Quais argumentos você apresentaria para justificar a criação de uma nova era geológica em que o homem seja o principal fator da sua criação?
- 5) Quais eventos foram responsáveis pelo início da época holoceno?
- 6) Explique, segundo o que você entendeu das aulas anteriores, o que significa o termo “antropoceno”.

Quadro 2. Questões propostas com o objetivo de introduzir o tema antropoceno.

A aula 5 foi dividida em três momentos. Inicialmente o professor explicou o que é um mapa conceitual; em seguida, com um exemplo, elaborou um mapa na lousa com a participação dos estudantes; por fim, solicitou aos estudantes que, em grupos, elaborassem um mapa conceitual sobre o antropoceno empregando os seguintes termos: Séc. XX - anos 1940 – testes e uso de energia nuclear; Séc. XIX – anos 1850 – Revolução Industrial; Séc. III e II a.C. – 320 e 220 a.C. – grandes edificações: Muralha da China, Pirâmides do Egito; petróleo; carvão; mudanças climáticas; extinções; alteração da paisagem; antropoceno; homem; inicia em; evidências estratigráficas; carbonífero; produção de; descoberta do átomo.

Na aula 6 os grupos apresentaram o mapa conceitual produzido e o professor explicou que a atividade de conclusão da sequência consistiria em uma apresentação para alunas da turma do Magistério, na qual os estudantes deveriam debater e se posicionar, fundamentados nas atividades realizadas anteriormente, frente à questão da existência ou não do antropoceno. Na aula 7 as equipes de trabalho se reuniram para discutirem e elaborarem a apresentação, a qual ocorreu na aula 8.

Quanto à coleta dos dados, foi realizada a observação participante, pelo segundo autor do presente artigo, e registros em áudio e vídeo. A coleta de vídeo valeu-se de duas câmeras, uma fixa focada no professor, e uma móvel, focada nos estudantes. Além disso foi utilizado um gravador de áudio de pulso que captou as falas do professor.

Para a análise dos dados seguimos a inspiração etnográfica adotada pela TAR e, nesse sentido, procuramos analisar os actantes presentes e as relações que se estabelecem entre eles, conforme indicado na seção 2 do presente artigo. Desse modo construímos redes e esquemas de relações que nos permitem descrever nossa interpretação dos agregados que constituem os trechos aqui analisados.

Deve-se ressaltar que o projeto do qual o presente artigo é fruto foi submetido e aprovado por comitê de ética. Todos os dados coletados foram realizados após os estudantes serem esclarecidos sobre a natureza da pesquisa e terem assinado um termo de consentimento para as filmagens e para uso dos artefatos produzidos por eles.

5. A análise das aulas e discussões

No que segue apresentamos uma análise feita a partir da aula 2 que, como dissemos, tratava da história da Terra e a história da vida na Terra. Considerando-se nossos objetivos, selecionamos e aqui apresentamos alguns trechos da aula que consideramos representativos dos momentos de transição que observamos. O primeiro trecho analisado refere-se ao momento em que o professor, por volta dos 7 minutos de aula, explicava o período e as condições sob as quais a vida se originou. Neste momento, estabelece-se um diálogo entre o estudante Paulo³ e o professor, conforme o trecho 1.

Trecho 1 07min12s	Paulo. Então, basicamente a primeira forma de vida surgiu na água? Professor. Sim. Na água. Não é à toa que os seres vivos são constituídos em maior
-----------------------------	---

³ Os nomes dos estudantes foram trocados por pseudônimos para garantir o anonimato, conforme acertado no termo de consentimento.

quantidade de água.

Paulo. Sim ou não. Como é que se chama? Aqui. Galáxia?

Professor. Sistema Solar.

Paulo. Isso. Você acredita que tem formas de vida fora daqui, da Terra.

Professor. Eu não vou entrar nessa discussão. Mas sim. Sim, sim. Depois eu até posso falar um pouquinho disso aí. De cálculos que eu faço. Pelo menos, pelo menos. Eu acredito que existem pelo menos umas dez mil civilizações fora do Sistema Solar.

Paulo. É isso aí.

Paulo dá início ao diálogo referindo-se ao meio no qual a vida originou-se. Porém, sua intenção é saber a opinião do professor sobre a existência de vida fora da Terra. Ele, inclusive, pede para que a resposta seja simplesmente um sim ou um não. É interessante notar que Paulo não faz referência a discos voadores ou alienígenas. Porém, sua fala mobiliza o professor e este, mesmo afirmando que não quer entrar nesta discussão, acata o tema e inclusive refere-se a cálculos que o levam a considerar a quantidade de civilizações que existiriam fora do Sistema Solar. Assim, a ação do estudante desvia as intenções do professor para um tema que, talvez, ele não imaginasse que surgiria.

Quando o professor explicava as características do período jurássico, por volta de 20 minutos de aula, surge um episódio que está transcrito no trecho 2. Nesse trecho o professor faz referência ao filme "Jurassic Park"⁴. Porém, o comentário sobre o filme é a respeito de um equívoco, que dá a entender que o período jurássico foi o apogeu dos dinossauros. O professor corrige o equívoco e, com isto, mostra como o cinema pode desviar o conhecimento científico com fins de apelo ao que é mais interessante do ponto de vista comercial. Desde modo, vemos surgir na sala de aula uma concepção sobre os modos de apropriação do conhecimento científico por uma instância social relacionada às artes e, também, comercial.

Trecho 2
20min45s

Professor. Alguém aqui assistiu *Jurassic Park*? O que tem no parque?

Manuel. Dinossauro.

Professor. Dinossauro. Só que no filme tem um erro. O período jurássico não é o apogeu dos dinossauros. É o cretáceo. Só que aí entre *Jurassic* e *Cretaceous Park*, *Jurassic* ficou mais legal, ne?

Em seguida ao episódio descrito no trecho 2, o estudante Paulo faz uma nova intervenção, transcrita no trecho 3. Paulo agora está interessado em saber sobre quanto tempo o planeta Terra vai durar.

Trecho 3
21min37s

Paulo. Você acha que a Terra dura mais quanto tempo?

Professor. De acordo com o Sol, mais cinco bilhões de anos. O nosso Sol ainda vai viver mais cinco bilhões de anos. Quando ele exaurir todo o combustível, aí ele vai explodir e com essa explosão a Terra vai junto. Agora, a nossa espécie, nós não sabemos.

No trecho 3, podemos perceber que a questão colocada por Paulo leva o professor a mobilizar conhecimentos que estão associados à astronomia e à cosmologia. Aqui novamente o professor é desviado de suas intenções, que era explicar os períodos geológicos, e é convidado a dar conta de conhecimentos que tradicionalmente não fazem parte de sua formação, pois o professor é licenciado em biologia. Este, no entanto, não é o único episódio no qual o professor foi mobilizado para outras áreas de conhecimento. Aos 26 minutos da aula, um novo tema entra na sala de aula, conforme transcrito no trecho 4.

Trecho 1
26min39s

Henrique. Por que aqui não tem vulcão?

Professor. Por que aqui não tem? Graças a Deus que não tem. Porque a nossa parte aqui

⁴ Jurassic Park é uma franquia de filmes lançada em 1990 e que centra a sua história em um parque cuja principal atração são dinossauros criados em laboratório.

é das mais antigas formações terrestres. O Brasil está localizado em cima dela.

Paulo. Tem um documentário que eu assisti que diz que a Terra era toda unida...

Professor. Pangeia.

Paulo. É isso mesmo. E aí ela desfez e fez os continentes se afastarem. É isso mesmo?

Professor. É verdade. Essa é a teoria da deriva continental. Todos os continentes ficavam juntos. E aí com o movimento das placas tectônicas eles se separaram. Mas isso é assunto de geografia. Eu vou dar uma explicação pelo alto, assim. Por baixo dessa crosta sólida nós temos a rocha em estado líquido. Se você pegar, por exemplo, um quebra-cabeça e colocar em uma bacia d'água, o que vai acontecer? Com as pecinhas do quebra cabeça? Elas vão se soltando e se afastando. Então, esse movimento dessas placas tectônicas provoca terremotos, causa os vulcões e faz com que haja essa separação dos continentes. O nosso país, o Brasil, já foi ligado à África. É só ver o contorno do Brasil e o contorno da África. A cada ano a gente se afasta um centímetro da África.

No trecho 4, enquanto explicava as características do paleozoico, o professor diz que neste período a atividade vulcânica era mais amena. Neste momento, o estudante Henrique levanta a questão de não haver vulcões no Brasil. Enquanto o professor responde à questão, o estudante Paulo ocupa a sala de aula com o tema da deriva continental. Como podemos perceber, o professor não foge ao desafio e imediatamente começa a responder a Paulo. Note-se que inclusive o professor diz que o tema é mais alinhado ao conteúdo de geografia, mas que mesmo assim ele iria responder.

Em seguida, aos 33min56s, o professor começa uma explicação sobre o período carbonífero (trecho 5). Agora é o próprio professor que faz referência a um tema que situa o conteúdo da explicação no contexto social de produção de energia. Ao falar das siderúrgicas, imediatamente, o aluno Henrique é mobilizado para questões ambientais e menciona a Vale, uma companhia siderúrgica.

Trecho 2
33min56s

Professor. Período carbonífero. As grandes florestas e pântanos foram destruídos sucessivamente. Aí, nós a formação das reservas de carvão, que são exploradas até hoje. O carvão mineral utilizado para? Alimentar o que?

Henrique. Siderurgia.

Professor. Siderurgia. Altos fornos.

Henrique. Professor, isso aí a Vale

Professor. A Vale do Rio Doce explora.

Henrique. Ela danifica o meio ambiente.

Professor. Toda mineradora impacta o meio ambiente. Ela tá retirando.

Henrique. É permitido ela fazer isso?

Professor. É.

Henrique. Esse carvão é o que o pessoal usa para fazer churrasco?

Professor. Não. Esse carvão que a gente usa para fazer churrasco é carvão vegetal. Aliás, os dois carvões são de origem vegetal. Só que esse a gente chama de carvão mineral, ele se formou com temperatura e pressões do soterramento dessas florestas.

Como se pode ver, além de recordar-se do nome de uma empresa alimentada por fornos de carvão, o estudante foca o impacto ambiental causado por suas atividades. Talvez por considerar essa exploração do ambiente sem sentido, o estudante pergunta ao professor se é permitido à empresa danificar o meio ambiente. Após a confirmação do professor, o estudante introduz um novo tema, pois agora quer saber se o carvão formado no carbonífero é o mesmo que se usa para fazer churrasco. Neste momento, o professor explica a diferença entre os dois tipos de carvão.

Em seguida, aos 35 minutos, o professor começa a explicar a formação das grandes reservas de petróleo. Neste momento, o estudante Paulo dá início a uma discussão sobre os limites destas reservas, conforme o trecho 6.

<p>Trecho 3 35min16s</p>	<p>Paulo. Professor, as fontes de petróleo podem acabar um dia? Professor. O petróleo vai acabar. Vai chegar uma hora que vai acabar. Paulo. Como nós vamos produzir energia? Professor. Produzir energia? Por isso que a gente investe em pesquisa. A hora que acabar o petróleo, vai ter que usar álcool, vai ter que usar energia elétrica. Marília. E o gás? Professor. O gás também. Então. Sempre que você tiver a jazida de petróleo, você vai ter juntos petróleo e gás. Então quando você extinguir a jazida de petróleo você vai extinguir a jazida de gás também. Tá? Paulo. Isso pode ser daqui há milhões de anos? Professor. Não chega a milhões não. Essas jazidas de petróleo... Eu vi algo... Eles falaram que iria até 2150.</p>
-------------------------------------	---

Como o trecho 6 mostra, o professor é mobilizado para discutir fontes alternativas de energia. Ainda, a estudante Marília participa da conversa perguntando sobre a situação do gás. Em seguida o estudante Paulo quer saber o tempo que ainda resta até que as reservas de petróleo se extingam, ao que o professor responde mencionando que viu uma reportagem ou algo assim que coloca o limite em 2150.

A respeito dos episódios analisados, acreditamos ter dito o suficiente para descrever os processos de translação que ocorreram na aula. Como já dito, havia inicialmente a proposta de uma abordagem CTSA na produção de uma sequência didática que, recorrendo ao conceito de antropoceno, procuraria contextualizar conhecimentos de ciência para a vida cidadã do estudante. Porém, o que acontece quando a sequência didática entra em ação pode ser representado conforme a figura 3. Como verificamos, os estudantes mobilizaram vários conhecimentos, o que faz o professor pender para temas que não haviam sido planejados. Assim, podemos ver surgirem temas como vida extraterrestre, ciência e produção cinematográfica, modo de produção e degradação ambiental, pesquisa e inovação, entre outros.

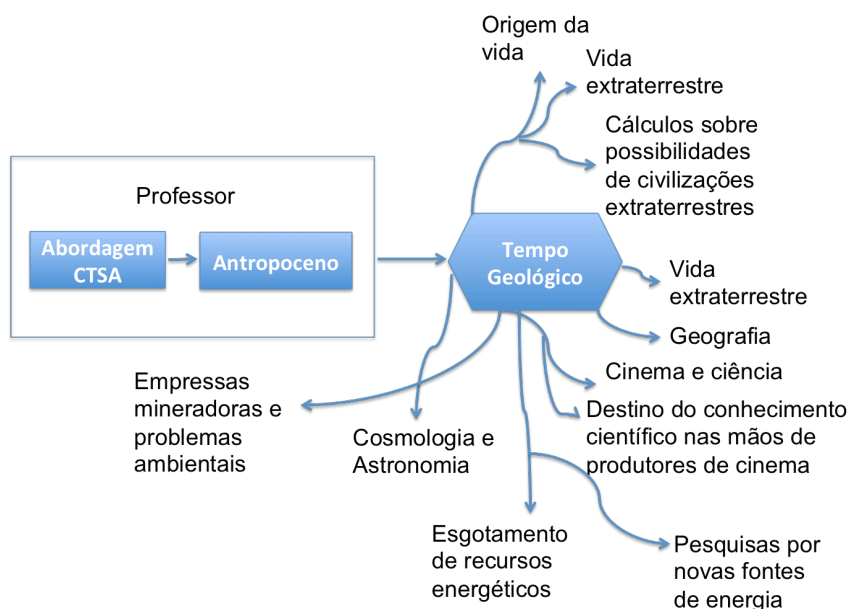


Figura 3. Translações realizadas durante a aula 2.

O que esta figura mostra é que aquilo que foi planejado como um acontecimento linear, impregna-se com novos temas e assuntos e torna-se uma rede na qual arestas e nós inesperados aparecem. Esta rede se lança e amalgama tempos (passados, presentes e futuros), campos disciplinares e espaços (de espaços degradados ao próprio cosmos). Além disto, fez emergir um professor que foi obrigado a dar conta de temas e assuntos que fogem à sua formação inicial.

Quanto aos estudantes, podemos perceber que as relações entre ciência, tecnologia e sociedade foram realizadas, em grande parte, por eles próprios. Como dissemos no início desse artigo, os estudantes da EJA possuem especificidades próprias, pois são sujeitos com experiências e tempos de vida distintos daqueles que se esperam para a educação básica. Aqui, por meio da análise do contexto da sala de aula, vislumbramos muito desta especificidade. São estudantes curiosos, que fazem ligações inesperadas e que se colocam como sujeitos que buscam conhecimentos. Deste modo, o que foi mostrado aponta para a necessidade de se considerar que as aulas da EJA ambicionem mais do que preparar para o mundo do trabalho; os estudantes trazem curiosidades e experiências que requerem conhecimentos atuais e aulas alinhadas com os problemas do mundo contemporâneo.

Em síntese, nesta rede propiciada pela sequência didática emerge um professor que se desdobra para atender os interesses dos seus alunos e que por meio de suas intervenções os mantém engajados nas atividades e discussões. Por outro lado, percebemos também alunos e alunas que se mostram interessados e que à medida que aprendem se articulam com o passado do planeta e com questões atuais.

6. Considerações finais

Embora o que foi mostrado no presente artigo seja um recorte bastante específico, que não abrangeu toda a sequência didática, obtivemos boas indicações que o tema antropoceno é promissor para a elaboração de sequências didáticas, pois abrange diversos conteúdos científicos, bem como econômicos, sociais, políticos e históricos. Neste sentido, torna-se uma matriz capaz de estabelecer relações entre os componentes CTSA. Uma experiência didática exitosa pode ser vislumbrada pela própria aula sobre a história da Terra, conforme aqui apresentado.

Outra consideração é que o planejamento de uma sequência didática para a EJA necessita considerar os desvios e associações realizados pelos estudantes. Assim, gostaríamos de propor a necessidade de considerar as aulas da EJA mais como atores-redes do que como acontecimentos lineares. A expressão ator-rede é tomada explicitamente da obra de Latour (2005) e com ela queremos dizer da impossibilidade de uma aula manter um fluxo linear que poderia ser caracterizado por propriedades essenciais. O que vimos foi que, quando posta em movimento, a aula tornou-se uma rede que se constitui de elementos híbridos vindos das ciências naturais, da mídia, da economia, da natureza, da tecnologia, entre outros campos e conteúdos. Isso coloca importantes desafios para o planejamento das aulas e para a formação de professores de ciências para atuarem na EJA. Pelo que aqui foi mostrado, o professor de ciências foi incitado a participar de diversos campos de conhecimentos, assim como a dominar temas que povoam o mundo contemporâneo.

Colocado em perspectiva, o que aqui foi enunciado requer aprofundamentos e desdobramentos. Como dissemos, o contexto analisado foi bastante específico. Assim, precisamos de mais pesquisas em sala de aula para podermos confiar mais em nossa proposta de aulas na EJA atores-redes. Igualmente, precisamos conhecer melhor os professores, os desafios colocados pela formação inicial e o modo como eles lidam com os desvios e associações realizados pelos alunos. Finalmente, precisamos fortalecer a concepção sobre os alunos da EJA como sujeitos capazes de contribuir e serem coautores do currículo. Nossa análise mostrou que dar voz e estes estudantes enriquece a aula e transforma os conhecimentos, que não deveriam ser vistos como conteúdos herméticos que não permitem transgressões, mas como oportunidades para a aprendizagem com e sobre o mundo. O campo de pesquisa, portanto, precisa se aproximar também destes estudantes.

Agradecimentos.

Coutinho é grato ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa e pelo apoio financeiro. Os autores são gratos à CAPES, CNPq e FAPEMIG por bolsas de iniciação científica, apoio técnico e bolsa para o professor da educação básica, bem como pelo apoio financeiro.

7. Referências bibliográficas

Blok, A. & Jensen, T. E. Bruno Latour: hybrid thoughts in a hybrid world. New York: Routledge, 2011.

Brasil. *Constituição Federal do Brasil*. Brasília: Senado Federal, 1988.

Brasil. *Educação brasileira: indicadores e desafios: documentos de consulta*. Organizado pelo Fórum Nacional de Educação. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria Executiva, Secretaria Executiva Adjunta, 2013.

Brasil. *Conselho Nacional de Educação. Parecer CEB nº 15/98*. Brasília, 1998. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/Par1598.pdf>. Acesso em janeiro de 2016.

Brasil. *Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação de Jovens e Adultos*. Parecer 11/2000. Brasília. 2000.

Brasil. *Ministério da Educação e Cultura. Lei de Diretrizes e Bases da Educação (9394/96)* Brasília, 1996.

Brasil. Ministério da Educação. *Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação de Jovens e Adultos*. Brasília, COEJA/SEF, 2000. Resolução CNE/SEB/1/2000.

Coutinho, F. A.; Matos, S. A. ; Rodrigues e Silva, F. A. Aporias dentro do movimento ciência, tecnologia, sociedade e ambiente: apontamentos para uma solução. *Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEEnBio)*, (7), 2176-2185, 2014.

Crutzen, P. J., & Stoermer, E. F. *The Anthropocene*. *Global Change Newsletter*, 41: 17–18, 2000.

Da Silva, A. J. Didática e Juventude: Um estudo a partir dos significados atribuídos por estudantes às práticas pedagógicas inovadoras de seus professores. In: Teixeira, A. B. M. (Org.). *Temas atuais em didática*. Belo Horizonte: UFMG, 2010, p. 177-194.

Da Silva, A. J. Educadores de jovens trabalhadores que estudam: aprendendo a ensinar. *Arquivos Analíticos de Políticas Educativas*, 18, (2), 2013.

Habermas, J. *The Philosophical Discourse of Modernity*. Cambridge: MIT Press, 1987.

Latour, B. *Science in action. How to follow scientists and engineers through society*. Cambridge: Harvard University Press, 1987.

Latour, B. *We have never been modern*. Cambridge: Harvard University Press, 1993.

Latour, B. *The pandora's hope: Essays on the Reality of Science Studies*. Cambridge: Harvard University Press, 1999.

Latour, B. *Reassembling the Social*. Oxford: Oxford University Press, 2005.

Latour, B. *The Making of Law: An Ethnography of the Conseil d'Etat*. Malden: Polity Press, 2009.

Latour, B. Para distinguir amigos e inimigos no tempo do antropoceno. *Revista de Antropologia*, 57 (1): 11-31, 2014a.

Latour, B. Anthropology at the Time of the Anthropocene - a personal view of what is to be studied. *Distinguished lecture American Association of Anthropologists*, (Washington, December), 2014b. Disponível em <http://www.bruno-latour.fr/sites/default/files/139-AAA-Washington.pdf>. Acesso em 10/11/2015.

Latour, B. & Weibel, P. (Eds.) *What is an iconoclast*. Cambridge: MIT Press, 2002.

Latour, B. & Woolgar, S. *Laboratory life. The construction of scientific facts*. Princeton: Princeton University Press, 1986 [1979].

Leite, M. *Antropoceno, a escaldante Idade do Homem*, Folha de São Paulo, 07/12/2014.

Martini, B. *Antropoceno, A época da humanidade?* *Ciência Hoje*, 48 (283): 38-43, 2011

Muenchen, C. & Auler, D. Configurações curriculares mediante o enfoque CTS: desafios a serem enfrentados na educação de jovens e adultos. *Ciência & Educação*, 13 (3): 421-431, 2007.

Ribeiro, E. , Vóvio, C.L. e Di Pierro, M.C. *Alfabetização de jovens e adultos no Brasil: lições da prática*.— Brasília : UNESCO, 2008. 212 p

Ruddiman, W. F. (2003). *The anthropogenic greenhouse era began thousands of years ago*. *Climatic Change* 61 (3): 261–293.

Soares, L. Do direito à educação à formação do educador de jovens e adultos. In: Soares, L; Giovanetti, M. A.; Gomes, N. L. (Org.). *Diálogos na Educação de Jovens e Adultos*. 1ª ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2005.

Steffen, Will et al. (2011). *The Anthropocene: conceptual and historical perspectives*, *Philosophical Transactions*. Royal Society. A 369: 843.

Vattimo, G. *La fine della modernità*. Milano: Garzanti, 1985.