

O desenvolvimento do conceito energia em um diálogo intercultural entre as ciências e as vivências de estudantes de licenciatura do campo¹

The development of energy concept in an intercultural dialogue between science and the experiences of rural undergraduate students

Rodrigo dos Santos Crepalde, UFMG/Programa de Pós-Graduação em Educação/Faculdade de Educação, rodrigocrepalde@gmail.com,

Orlando Aguiar Jr., UFMG/CECIMIG/ Programa de Pós-Graduação em Educação/Faculdade de Educação, orlando@fae.ufmg.br

Resumo

Este trabalho é parte de um projeto de mestrado em andamento que pretende examinar o desenvolvimento do conceito energia no contexto de uma proposta de educação intercultural na formação de educadores do campo. Os dados foram coletados em três módulos do curso de Licenciatura em Educação do Campo, habilitação em Ciências da Vida e da Natureza - UFMG. Iremos apresentar um diálogo entre as atividades de abertura e fechamento desses módulos com o objetivo de identificar os significados atribuídos ao conceito energia em diferentes contextos. Utilizamos os quatro temas propostos por Solomon (1992) do conceito energia para categorização das ideias dos estudantes. Observamos que, além de não abandonarem o conceito cotidiano de energia, os professores em formação reconhecem e dominam os aspectos centrais constitutivos do conceito científico de energia associando-os a contextos específicos, dando uma nova significação para o conceito em um diálogo intercultural com as ciências.

Palavras chaves: formação de conceitos; conceitos cotidianos e científicos; ensino de energia; educação intercultural em ciências; educação do campo;

Abstract

The aim of this paper is to examine the development of energy concept in a proposal of intercultural education in rural science teacher education. Data were collected in three didactical modules of a Teaching Training Program in Rural Science Education. We will present and contrast opening and final activities of each one of these modules in order to identify, in different contexts, the meanings attributed by the students to energy concept. To analyse and categorise students' ideas, we will use the four themes proposed by Solomon (1992) and related to energy concept in both science and everyday meanings. Our results show that, beside haven't dismissed everyday meanings to energy concept, the teacher training students recognize and master the fundamental aspects of science energy concept, thus giving particular meanings to the concept in an intercultural dialogue with science.

Key words: concept formation; everyday and scientific concepts; teaching of energy, intercultural approaches in education; field education.

¹ Apoio CAPES e CNPq.

Introdução

Este trabalho é parte de um projeto de mestrado em andamento que pretende examinar o desenvolvimento do conceito (VIGOTSKI, 2009) energia no contexto de uma proposta de educação intercultural na formação de educadores do campo. Os dados foram coletados durante disciplinas que compõem o curso de Licenciatura em Educação do Campo, habilitação Ciências da Vida e da Natureza, da Universidade Federal de Minas Gerais.

Iremos apresentar a atividade inicial e final do módulo “Energia e Ambiente” e as atividades finais dos módulos “Corpo humano e saúde” e “Energia elétrica, distribuição e consumo”, com o objetivo de identificar os diferentes sentidos atribuídos pelos alunos do curso ao conceito de energia em diferentes esferas de vida. Trata-se, portanto, de atividades que tinham por objetivo o reconhecimento e o diálogo com os diferentes modos como o conceito de energia, no domínio cotidiano e científico, é utilizado pelos sujeitos da educação do campo e os contextos que as evocam.

Acreditamos que o ensino do conceito científico de energia em um diálogo intercultural entre as ciências e os sujeitos do campo pode promover um processo de ressignificação do conceito, no sentido que Vigotski (2009) atribui à evolução do significado das palavras. Utilizamos quatro grandes temas (SOLOMON, 1992) para representarmos a manifestação e o processo de ressignificação a partir dos novos sentidos atribuídos pelos sujeitos ao conceito energia.

Referencial Teórico

A investigação nos ensina que, em qualquer nível do seu desenvolvimento, o conceito é, em termos psicológicos, um ato de generalização. O resultado mais importante de todas as investigações nesse campo é a tese solidamente estabelecida segundo a qual os conceitos psicologicamente concebidos evoluem como significado das palavras. (VIGOTSKI, 2009, p. 246).

A expectativa principal da educação intercultural é a proposição da construção de relações recíprocas, baseadas no respeito e reconhecimento de cada cultura (SILVA, 2003; SOUZA & FLEURI, 2003). Por sua vez, em uma perspectiva direcionada à educação em ciências, Aikenhead (2009) parte do reconhecimento da ciência como subcultura da cultura Ocidental ou Euro-Americana que partilha de um sistema determinado de significados e símbolos utilizados pelos cientistas em sua interação social. Sendo assim, poderíamos afirmar a existência de uma proximidade das subculturas da ciência e da ciência escolar, uma vez que a expectativa principal dos educadores em ciência é que os estudantes tomem para sua vida os “ensinamentos da ciência”.

Para além das subculturas da ciência e da ciência escolar, os estudantes também participam numa série de outras importantes subculturas associadas à própria escola, a seus grupos de pares, a família, aos meios de comunicação, entre outros. Essa participação em diferentes subculturas cria a necessidade do cruzamento entre suas fronteiras (AIKENHEAD, 2009). Por isso, o acesso ao conhecimento da ciência escolar é também visto como parte desses cruzamentos de fronteiras culturais, nos quais os educadores em ciência têm o papel de guias (facilitadores) desse cruzamento.

A construção de um ensino de ciências culturalmente sensível, para além de uma perspectiva universalista que entende a ciência como uma atividade e um corpo de conhecimentos independente de influências culturais ou uma perspectiva relativista que dilui a ciência entre as outras formas de saber, trabalha com a ideia de que para desenvolver uma

compreensão conceitual da ciência é necessário estabelecer relações entre significados científicos e cotidianos para as mesmas palavras (EL-HANI & MORTIMER, 2007).

A escolha do conceito energia para o diálogo entre seus significados cotidiano e científico do curso de formação de professores para o campo decorre de sua polissemia, amplamente identificada na literatura sobre concepções alternativas de estudantes (ver, por exemplo, DRIVER & MILLAR, 1986; BROOK, 1986; AGUIAR, 2001). Além disso, o conceito de energia é amplamente utilizado em diferentes esferas da vida contemporânea e, no campo, se coloca como uma importante frente de luta por qualidade de vida e de trabalho.

Solomon (1986) discute a existência de dois domínios do conhecimento: o cotidiano e o científico. Estes domínios podem existir paralelamente e não é objetivo do ensino de ciências mover os estudantes permanentemente de um domínio a outro, mas habilitá-los a reconhecer o significado cotidiano e científico como duas formas de olhar sobre o mundo. Segundo a autora, eliminar o significado cotidiano impossibilitaria o diálogo do estudante com o mundo, conclusão em consonância com a perspectiva intercultural adotada nessa pesquisa.

Objetivos

A pesquisa em andamento pretende examinar o desenvolvimento do conceito energia no contexto de uma proposta de educação intercultural em ciências na formação de educadores do campo. Neste trabalho, pretendemos analisar como os estudantes utilizam, em diferentes momentos e módulos do curso, o conceito de energia.

Contexto da pesquisa e metodologia

O curso de Licenciatura em Educação do Campo (Lecampo) oferecido pela Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) tem duração de 08 semestres e conta com módulos presenciais semestralmente realizados nos meses de Fevereiro e Julho. Os módulos presenciais são conhecidos como períodos de Tempo Escola (TE). Entre dois módulos presenciais ocorre um período denominado Tempo Comunidade (TC), no qual os alunos permanecem em suas comunidades de origem enquanto realizam algumas tarefas escolares orientadas. O curso oferece quatro habilitações: Matemática (MAT), Ciências Sociais e Humanidades (CSH), Línguas, Artes e Literatura (LAL) e Ciência da Vida e da Natureza (CVN).

O reconhecimento das especificidades culturais e de compreensão de mundo dos sujeitos do campo e a construção de contextos de apropriação crítica dos saberes e olhares trazidos pelo conhecimento científico e tecnológico fazem parte da perspectiva adotada pelo curso, particularmente da habilitação Ciências da Vida e da Natureza (CVN).

Nossa concepção fundamental do curso foi a de instrumentalizar os educadores para desenvolver uma pedagogia comprometida com os anseios de suas comunidades, em suas lutas pela melhoria de qualidade de vida. Para isso, julgamos necessário fazer escolhas político-pedagógicas coerentes com as bandeiras sociais, culturais, éticas e políticas do movimento dos trabalhadores do campo. (LIMA et al, 2009, p. 108).

A coleta de dados ocorreu em 02 (dois) períodos, em Julho de 2010 e Fevereiro 2011. Acompanhamos 03 (três) módulos relacionados ao conceito energia que foram desenvolvidos em uma turma de CVN composta por 21 (vinte e um) estudantes. Em cada módulo, participamos do planejamento, organização e desenvolvimento das atividades. As aulas foram

filmadas em vídeo e os materiais produzidos pelos estudantes reproduzidos para análise posterior.

Em julho de 2010, acompanhamos o módulo “Energia e ambiente”, conduzido por um professor da universidade ligado a Faculdade de Educação, que tinha como objetivos a apresentação e discussão das diversas fontes, formas, manifestações e usos de energia; a compreensão dos processos de transformação, conservação e degradação de energia; o uso racional de energia, problemas sociais e ambientais ligados a produção e ao consumo de energia nas sociedades modernas; a descrição e obtenção de novas fontes e alternativas energéticas; a discussão das relações entre ciência, tecnologia e sociedade e cidadania. As atividades de abertura e fechamento deste módulo foram objeto de nossa análise.

Em fevereiro de 2011, acompanhamos o módulo “Energia elétrica, distribuição e consumo”, conduzido pelo mesmo professor do módulo anterior, que tinha como objetivos a apresentação e discussão de circuitos elétricos: conceitos básicos e aplicações; da distinção entre energia e corrente elétrica; da relação voltagem, corrente, resistência e potência elétrica; da indução eletromagnética; da instalação elétrica residencial; do processo de produção e distribuição de energia elétrica; da eletrificação urbana e rural: os usos e as necessidades locais. A atividade de fechamento deste módulo também foi objeto de nossa análise.

Também em fevereiro de 2011, acompanhamos o módulo “Corpo humano e saúde”, conduzido por uma professora da universidade ligada a Faculdade de Educação, que tinha como objetivos a apresentação e discussão dos aspectos que caracterizam um ser vivo; o reconhecimento do corpo humano como um sistema integrado, bem como, um sistema complexo, que apresenta estruturas como: células, tecidos, órgãos sistemas; dos processos que envolvem a transformação dos alimentos e a obtenção de energia no organismo humano; da contribuição de diferentes sistemas nos processos de obtenção de matéria e energia do corpo humano; do processo de fotossíntese realizado pelas plantas; das diferenças entre os processos de obtenção de energia das plantas e dos seres humanos e as relações entre esses organismos; das formas de intervenção individual e coletiva sobre fatores desfavoráveis à saúde, agindo com responsabilidade com relação à sua saúde e à saúde de sua comunidade.

Os significados do conceito energia aplicados em diversos contextos foram agrupados em quatro grandes temas por Solomon (1992): 1. Energia como propriedade dos seres vivos (no sentido de serem ou estarem “energéticos”); 2. Energia como algo de que se precisa para realizar atividades (especialmente exercícios físicos); 3. Energia como algo relativo a máquinas e combustíveis e/ou fenômenos naturais; 4. Aspectos e questões relacionadas ao uso social da energia. Utilizamos esses temas como categorias para a análise das atividades de abertura e finais dos módulos observados, sempre nos perguntando de que forma esses mesmos temas manifestam-se e suas relações com o conceito científico de energia.

Resultados e discussão

O objetivo da atividade inicial, dentro do primeiro módulo “Energia e ambiente”, foi construir um diálogo entre os diferentes significados, estimulando a explicitação de contextos e idéias por parte dos estudantes, relacionados ao conceito energia. Para isso, os estudantes tinham que descrever situações e as respectivas ideias relacionadas ao emprego da palavra energia. Antes, optamos por inserir um exemplo com a palavra “tempo” com a intenção de acessar e promover exemplos em contextos mais diversificados.

Quadro 1: Atividade inicial

Situações em que usamos a palavra tempo	Ideias associadas a palavra tempo nessas situações
<ul style="list-style-type: none"> - envelhecimento, crianças crescendo, lembranças do passado. - falta de tempo, atribuições e compromissos da vida. - tempo de semear, tempo de colher. - o tempo está ruim. - o mês do tempo escola demora mais a passar do que os outros meses do ano. 	<ul style="list-style-type: none"> - fluxo de acontecimentos, não é possível voltar ao passado senão por meio de lembranças. - horário, agenda. - ciclos naturais, épocas do ano. - condições do clima. - tempo psicológico.
Situações em que usamos a palavra energia	Ideias associadas a energia nessas situações
...	...

Apresentamos na tabela 1, uma breve sistematização da atividade inicial, da presença dos quatro temas em relação às ideias apresentadas e sua manifestação nos estudantes. Reproduzimos mais abaixo algumas passagens dos alunos destacadas em *itálico*.

Tabela 1: Sistematização da atividade inicial

Temas	Número de ocorrência nas idéias	Número de alunos que manifestaram
1. Energia como propriedade dos seres vivos (no sentido de serem ou estarem “energéticos”)	20	12 (57%)
2. Energia como algo de que se precisa para realizar atividades (especialmente exercícios físicos)	19	15 (71%)
3. Energia como algo relativo a máquinas e combustíveis e/ou fenômenos naturais	43	17 (81%)
4. Aspectos e questões relacionadas ao uso social da energia	18	14 (67%)

Foi verificada a presença de pelo menos três temas nas ideias de 14 (quatorze) estudantes, sendo que apenas 02 (dois) manifestaram ideias relacionadas a todos os temas.

É marcante a presença do tema 3 (energia como algo relativo a máquinas e combustíveis e/ou fenômenos naturais), tanto em relação ao total das ideias (43 de 100), como sua manifestação no total dos estudantes (81%). O seu conteúdo pragmático pode ser uma explicação para sua relativa preponderância sobre os demais.

O tema 1 é caracterizado pela presença da concepção de “energia vital” que chega a manifestar-se explicitamente em *Energia necessária para viver- Energia vital*, ou implicitamente, em *Que energia você tem!- Disposição*; e *Crianças enérgicas- Crianças muito agitadas*.

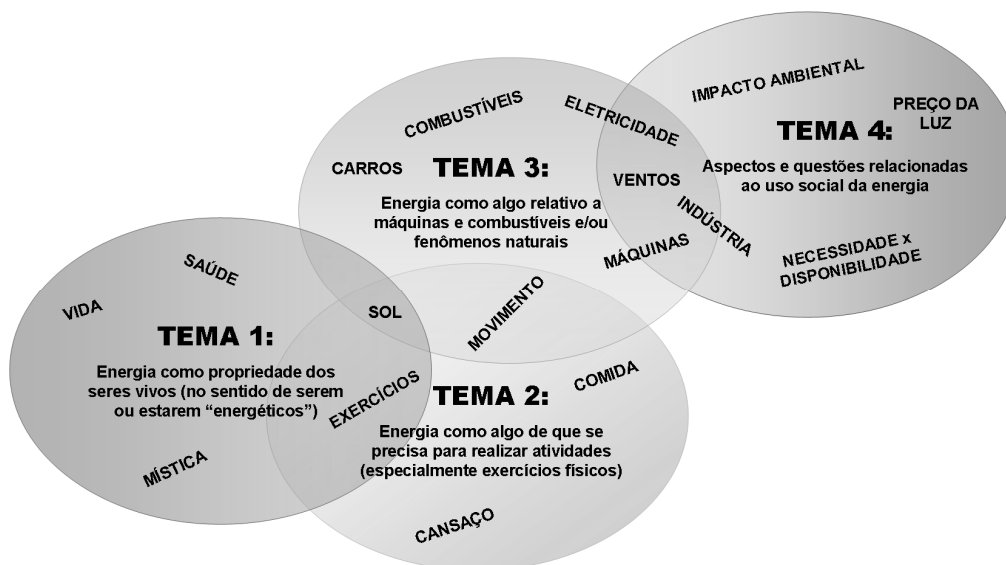
No tema 2, notamos a dependência entre atividade física e intelectual e o gasto de energia. Por exemplo, em *Não dá mais para trabalhar, acabou a energia - relacionado a desgaste físico* e *Essas aulas de física acabam com minhas energias- Cansaço, desgaste*. Uma característica comum aos dois primeiros temas é seu caráter antropocêntrico.

O tema 3 é marcado por uma concepção predominantemente substancialista no sentido de uma espécie de “combustível essencial”, causal e pragmática. Em, por exemplo, *Energia- Princípio fundamental de funcionamento de todos os aparelhos eletroeletrônicos; Está escuro, acabou a energia - relacionado a energia elétrica*.

O tema 4, por sua vez, guarda relação estreita com o contexto, a realidade que os estudantes estão inseridos, como por exemplo, *A energia elétrica ainda não chegou em todas*

as casas na zona rural- Desigualdade na distribuição de energia no meio rural ; e A energia está cara- Energia elétrica.

Figura 1: Temas conceito energia



Para maior clareza de nossa exposição, as atividades finais dos módulos analisados serão apresentadas a seguir, de forma separada e em ordem cronológica.

Atividade final: Energia e ambiente

O objetivo da atividade final deste módulo foi o de obter uma síntese, através do recurso da narrativa, da aprendizagem dos aspectos do conceito científico de energia. Nessa atividade, os estudantes foram orientados a elaborar uma carta a um colega, que por problemas pessoais não compareceu às aulas do módulo, expondo a ele o que de mais significativo foi desenvolvido no curso.

Apresentamos na tabela 2, uma breve sistematização da atividade final, da manifestação dos quatro temas associados a aspectos do conceito científico de energia (transformação/transferência, conservação, degradação, medição).

Tabela 2: Frequência de ocorrência dos temas associados ao conceito científico de energia

Temas e conceito científico	Nº alunos que manifestaram
1. Energia como propriedade dos seres vivos (no sentido de serem ou estarem "energéticos")	03
2. Energia como algo de que se precisa para realizar atividades (especialmente exercícios físicos)	01
3. Energia como algo relativo a máquinas e combustíveis e/ou fenômenos naturais	08
4. Aspectos e questões relacionadas ao uso social da energia	13

O sol como fonte primária de energia "ressignifica" o tema 1. Há algo novo na vida relacionada à energia, mas a condição de vivo não é inerente ao conceito. A relação entre essa energia e a energia proveniente do sol (não vivo) modifica a crença de um princípio vital dado no mundo vivo: [...] e o que achei mais bacana foi chegar a conclusão que todas as energias são oriundas do astro rei, do sol, e que sem ele nenhuma energia existiria.

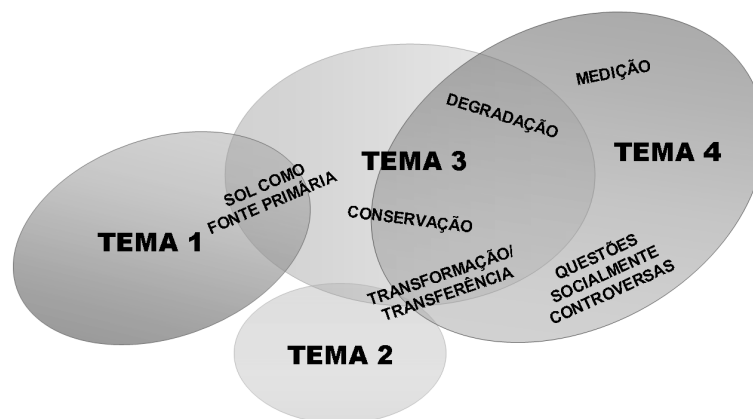
A manifestação mais explícita do tema 2 deixa de ser completamente antropomórfica como era recorrente na atividade inicial: *Precisamos de energia em tudo que vamos fazer por*

exemplo: para que eu possa erguer um objeto preciso de energia potencial química que é transferida para o objeto e se transforma em energia potencial gravitacional, [...]. Esse tema continua sendo, entretanto, pragmático (energia como ingrediente necessário à atividade).

Relacionamos o fato da baixa ocorrência do tema 2 a abordagem do conceito científico de energia nesse módulo não ser feita a partir da definição de “energia é a capacidade de realizar trabalho” e com a conseqüente introdução da relação entre força e deslocamento. Apesar disso, em diversos trechos, os estudantes “retomam” essa definição provavelmente de suas experiências anteriores no ensino médio. Existe de todo modo, uma ressignificação dessa definição em passagens como “[...] *energia sempre significa alguma coisa ligada ao trabalho, a movimento e a mudanças na quantidade e qualidade das coisas.*”, “[...] *identificamos as mais diferentes manifestações de energia na nossa vida e as transformações que ocorrem, seja proposital ou não, afim de satisfazer nossas vontades, devido sua capacidade de realizar trabalho.*” O primeiro, trazendo uma noção científica de qualidade e quantidade para o conceito, e o segundo mais próximo dos temas 1 e 2, trazendo uma noção cotidiana de energia antropocêntrica.

As manifestações do tema 3 mantém ainda uma certa substancialização da energia, mas sua “ressignificação” é marcada pelo sol como fonte primária, pela transformação e degradação de energia. Por exemplo, em *Exemplo dessa energia posso citar a “Química”, ou seja, energia potencial química, que é a energia dos minerais e dos alimentos, que parte do principio do sol como ponto de partida de transformação energética; e [o petróleo] quando colocado nos veículos 15% dele é transformado em energia cinética, o restante é transformado em energia térmica, através do calor do motor e em energia elétrica através das lâmpadas que as transforma em energia luminosa e térmica.*

Figura 2: Temas e conceito científico na atividade final “Energia e ambiente”



A prevalência dos temas 3 e 4 marcados pelo conceito energia é justificada pela abordagem do módulo mais na perspectiva da “Física” (mesmo levando em conta as tentativas para sua construção interdisciplinar). A maior relevância do tema 4 pode ser explicada pela sua ligação mais estreita entre o domínio científico com o cotidiano no sentido de uma transformação das condições de existência de vida para os sujeitos do campo: *Como foi bom descobrir as porcentagens de energia consumida no mundo. O petróleo é o responsável por mais de 40% de energia, enquanto a solar, a eólica e das marés é só 4%. [...]* Para fabricar uma latinha de metal (refrigerante) é consumida uma energia suficiente, para manter uma televisão ligada por 1 hora. Pense nisso!; e *As transformações e a conservação da energia são objeto principal das ciências. O estudo desses fenômenos proporciona um melhor aproveitamento do potencial e a eliminação ou pelo menos a diminuição das conseqüências negativas que às vezes a energia provoca.* O tema 4, ou seja, os usos sociais da

energia, compõe o traço marcante do curso e da perspectiva da qual os alunos se dispõem a dialogar com as ciências.

O fato da manifestação isolada dos temas do conceito cotidiano de energia não ter sido evocado com frequência na atividade final, tem relação com as condições de sua enunciação: trata-se de um trabalho final de uma disciplina de curso na universidade. Portanto, não significa que não continuem a fazer parte do repertório e crenças dos sujeitos, mas apenas que eles reconhecem e dominam os aspectos centrais constitutivos do conceito científico de energia e são capazes de recorrer a eles para discutir temas em que se reconhece o emprego do conceito.

Atividade final: Corpo humano e saúde

A atividade de fechamento do módulo “Corpo humano e saúde” consistiu na elaboração de um texto síntese por parte dos alunos. Essa construção tinha como objetivo o diálogo entre os conhecimentos anteriores e aqueles desenvolvidos na disciplina. Para isso, elaboramos algumas questões “guia”: (a) Como as plantas aproveitam a luz do sol?; (b) Como os animais aproveitam a luz do sol?; (c) Como o corpo humano obtém matéria e energia para seu crescimento e manutenção de suas atividades?; (d) Qual a relação entre luz e cadeia alimentar?; (e) Qual a relação entre luz e sociedade?

Pode-se observar que as condições de produção da atividade foram construídas a partir da centralidade da relação luz e energia que se desdobra em luz e vida (tema 1), luz e atividade (tema 2), luz e alimentação (tema 3) e luz e sociedade (tema 4). Dessa vez, explicitando nossos quatro temas. Realizaram a atividade 15 (quinze) alunos.

Tabela 3: Frequência de ocorrência dos temas associados ao conceito científico de energia

Temas e Conceito científico	Nº alunos que manifestaram
1 e 4 (vida e sociedade)	13 (87%)
2 e 3 (atividade e alimentação)	10 (67%)

Podemos notar uma nova manifestação dos temas do conceito energia. Observamos uma aproximação bem estreita dos temas e de forma distinta das atividades do primeiro módulo: de um a lado, os temas 1 e 4 (vida e sociedade, respectivamente), e do outro, os temas 2 e 3 (atividade e alimentação, respectivamente). Não conseguimos observar uma divisão mais delimitada entre os quatro temas como aconteceu anteriormente. Mesmo quando essa divisão foi mais aparente, no módulo “Energia e ambiente”, a relação de aproximações entre os temas observada foi entre os temas 1 e 2, de um lado, e 3 e 4, de outro. Desse modo, percebemos um deslocamento entre os temas.

O conceito de sol com fonte primária, resgatado do módulo anterior e agora dentro de uma nova significação atribuída pelos estudantes, aparece juntamente com os conceitos de fotossíntese e respiração no campo do tema 1: *Na história da energia, o sol é a principal fonte de energia para sobrevivência no planeta terra, ele é a partida da cadeia alimentar e praticamente todos os seres vivos da terra depende diretamente ou indiretamente do calor ou da luz solar para que possa se desenvolver.; A luz é fonte de energia para a manutenção da vida, sem essa energia, não teria como formar a sociedade.; As plantas fotossintetizam oxigênio e glicose. Na respiração o homem precisa do oxigênio e da glicose para assim produzir sua energia vital.*

Os temas 1 e 4 (vida e sociedade) estabelecem uma conexão estimulada por uma noção de fundo da abordagem biológica de sociedade em termos de equilíbrio social-

biológico, *Para que se forme uma sociedade, a interação entre as espécies é essencial e também é necessário ter os seres fotossintetizantes que transmitirá essa energia captada do sol. Na forma de glicose e nutrientes [...] e assim poder formar uma sociedade e manter o equilíbrio biológico.*; e uma noção de fundo a toda ciência de sociedade em termos de bem estar da humanidade: *Enfim, nota-se a sociedade cada vez mais preocupada com a utilização das fontes de energia. Buscando a cada dia seu melhor aproveitamento. Um ponto forte que os governos sempre buscam conseguir é a segurança alimentar da população.*; *A luz é a razão da existência da vida na terra e o desenvolvimento da sociedade está relacionado diretamente à luz, tendo a luz como geradora de energia, a luz como possibilitadora da produção, a luz como instrumento para o trabalho. Podemos afirmar que na ausência de luz seria impossível a sociedade se desenvolver.* Aqui, adquire força o entendimento de energia, vida e sociedade como um sistema complexo de inter(intra)relações.

Figura 3: Temas e conceito científico na atividade final “Corpo humano e saúde”



Os temas 2 e 3 (atividade e alimentação) são “ressignificados” pelos conceitos de **1) fotossíntese**: *Todos os seres vivos necessitam de energia e aproveitam a luz do sol para obtê-la. As plantas utilizam a luz do sol para fazer fotossíntese, neste processo elas retiram o gás carbônico do ar e usam na obtenção de energia para o seu funcionamento.*; **2) respiração**: *Os seres humanos utilizam a energia contida nos alimentos para o seu desenvolvimento e a realização das atividades. Através da respiração celular, a glicose é “quebrada” através da molécula de oxigênio, liberando água, CO₂ e energia.*; **3) cadeia alimentar**: *[...] essa energia só é fixada na cadeia pelos vegetais, e ao caminhar pelos níveis tróficos, a disponibilidade de energia diminui, exigindo dos níveis finais mais consumo de seres vivos.*; Nesse enunciado identificamos uma compreensão mais processual, dando um novo poder explicativo para energia como fonte necessária para realização de atividades e combustível, temas 2 e 3, respectivamente.

Atividade final: Energia elétrica, distribuição e consumo

Na atividade final do módulo “Energia elétrica, distribuição e consumo” a proposta feita aos estudantes foi a construção de um texto síntese sobre os conceitos abordados no módulo. Diferentemente das atividades anteriores de encerramento, foi aberta a consulta aos materiais do curso (apostila, exercícios, anotações realizadas no caderno, etc.). Essa mudança partiu de uma demanda colocada pelos próprios estudantes de produzirem um material a ser levado para o tempo comunidade com o objetivo de relembrar os conteúdos desenvolvidos.

Essa atividade, depois das devidas anotações e observações realizadas pelos professores, foi avaliada e devolvida aos estudantes no fim do tempo escola.

A seleção das passagens mais significativas com a presença do conceito energia foi mais cuidadosa que nas atividades anteriores. A atividade com consulta tende a “esconder” manifestações de autoria e voz própria. De fato, os estudantes tinham aqui a possibilidade de construir um texto mais citado, referenciado pelo discurso do livro didático, dificultando a observação da “ressignificação” do conceito energia. De todo modo, vários estudantes fizeram a opção de um texto narrativo que favorece nossa observação. A atividade foi realizada por 18 (dezoito) alunos.

Tabela 4: Frequência de ocorrência dos temas associados ao conceito científico de energia

Temas e Conceito científico	Nº alunos que manifestaram
1. Energia como propriedade dos seres vivos (no sentido de serem ou estarem “energéticos”)	1
2. Energia como algo de que se precisa para realizar atividades (especialmente exercícios físicos)	0
3. Energia como algo relativo a máquinas e combustíveis e/ou fenômenos naturais	16
4. Aspectos e questões relacionadas ao uso social da energia	3

As condições da produção do texto apontadas acima e o conteúdo do módulo “Energia elétrica, distribuição e consumo” favorecem a predominância da manifestação do conceito energia em torno do tema 3.

Observamos a manifestação tímida do tema 1, [...] *Foi bom sentir a energia e a resistência do meu corpo. [medimos com um ohmímetro a resistência do corpo dos estudantes].* É ainda notória a ausência de manifestação do tema 2 na atividade final do módulo “Energia elétrica, distribuição e consumo”. Mais uma vez, consideramos que isso se deve, em parte, à abordagem do conceito científico de energia não centrado na definição do produto da força e deslocamento.

O tipo de atividade, elaboração de uma síntese com consulta, favorece a mobilização de um discurso mais sistematizado por parte dos estudantes, por isso a manifestação observada tem ligação forte com o conteúdo trabalhado que dialoga pouco, por exemplo, com os temas 1 e 2.

Figura 4: Temas e conceito científico na atividade final “Energia elétrica, distribuição e consumo”



As manifestações em torno do tema 3 vieram acompanhadas dos conceitos de voltagem², corrente, resistência e potência elétrica. Essa última, com maior centralidade e destacando o conceito de transformação: *A resistência elétrica é a capacidade que o condutor tem de impedir a passagem de energia. Exemplo, num circuito a corrente elétrica está passando livremente pelos fios, quando encontra um certo espaço que dificulta sua passagem a energia se transforma, ali é a resistência;* e ainda, *Quando a corrente elétrica passa por uma resistência ela não é consumida, ela transforma energia elétrica em outras formas de energia como térmica e luminosa.* É importante destacar, que a resistência como agente causal da transformação pode também induzir a uma incorreção conceitual, pois para uma dada corrente percorrendo o circuito, o raciocínio é correto; porém, o aumento de resistência acarreta uma corrente elétrica de menor intensidade e, então, uma menor potência elétrica.

Ainda em torno do tema 3, o conceito de indução eletromagnética compõe um novo cenário em que as conexões com o conceito de transformação tornam-se mais claras: *[dínamos e geradores de usinas] a produção de energia elétrica acontece a partir da energia mecânica. Entretanto não há contato físico entre os ímãs e as bobinas, mas se influenciam mutuamente. A energia é fornecida através do movimento. [descreve indução ímã e bobina]; e Tudo tem que partir de um princípio “alicerce” e o alicerce de tudo para mim foi o funcionamento do dínamo, que é onde começa tudo. Como a energia passa no interior dos fios, ou seja, o seu transporte faz com que possamos entender a velocidade da energia.*

Junto ao tema 4 também encontramos, mesmo que de forma periférica, o conceito de indução eletromagnética: *A energia que chega hoje em nossa casa e é usada para tantos fins tem sua fonte na força da água em represas, pois a maior parte da energia consumida no Brasil é proveniente de hidrelétricas. A energia potencial através da cinética transforma-se em energia elétrica pelo processo de indução eletromagnética.* Entretanto, os conceitos de consumo e produção dão a tônica desse tema: *[...] ver como a energia chega a minha casa, e que antes disso a energia percorre quilômetros e quilômetros vindo da usina hidrelétrica.; e Por tudo isso é que é necessário conhecer um pouco sobre o consumo de energia elétrica em nossas casas, seja para se ter maior economia quanto ao uso ou evitar prejuízos desnecessários como a queima de um eletrodoméstico.*

Vários tópicos me interessaram muito, pois está dentro da área do meu serviço. Assim consegui conciliar minha prática com o científico. Mais uma vez, a característica intercultural do curso e a perspectiva que os estudantes estão dispostos a construir um diálogo com as ciências.

Conclusões

Os quatro temas apontados por Solomon (1992) refletem a multiplicidade de sentidos atribuídos ao conceito de energia, que são dependentes do contexto, referenciados em práticas culturais e contextos específicos de significação. Além disso, os temas utilizados para interpretação das atividades cumprem um papel significativo no reconhecimento dos conhecimentos trazidos pelos sujeitos do campo, sendo assim, do nosso ponto de vista, uma contribuição na perspectiva de uma educação intercultural em ciências.

O movimento de deslocamento dos temas observado em cada atividade é parte da manifestação das zonas de significação do conceito energia, no seu domínio cotidiano e científico, que são dependentes das condições de produção de sentidos pelos sujeitos, ou seja,

² Também não deixamos de referir-nos a diferença de potencial (d.p.p.) e/ou tensão elétrica na abordagem desse módulo, entretanto optamos pelo uso do termo “voltagem” por ser mais próximo da vivência dos estudantes.

em cada módulo os sujeitos mobilizam um conjunto de ideias relacionadas ao contexto que estão inseridos. Por isso, nossa compreensão dos deslocamentos dos temas, parte por entendê-los como manifestações parciais de relações mais complexas, incentivadas pelo ensino do conceito científico, do caráter polissêmico da palavra energia e não como parte de um mero abandono de uma determinada visão, menos científica por uma mais científica, ou mais biológica por uma mais física, etc.

Observamos que os professores em formação reconhecem e dominam os aspectos centrais constitutivos do conceito científico de energia associando-os a contextos específicos, dando uma nova significação para o conceito em um diálogo intercultural com as ciências.

Referências

AGUIAR JR., O. **Modelo de ensino para mudanças cognitivas**: um instrumento para o planejamento do ensino e a avaliação da aprendizagem em ciências. Belo Horizonte: Faculdade de Educação/UFMG (Tese de Doutorado), 2001.

AIKENHEAD, G. S. **Educação Científica para todos**. Trad. Maria Teresa Oliveira. Lisboa: Edições Pedagogo, 2009.

BROOK, A. Children's understanding of ideas about energy: a review of the literature. In: DRIVER, R. & MILLAR, R. **Energy Matters**. Leeds: University of Leeds, March, 1986.

DRIVER, R. & MILLAR, R. **Energy Matters**. Leeds: University of Leeds, March, 1986.

EL-HANI, C. N.; MORTIMER, E. F. Multicultural Education, Pragmatism, and the Goals of Science Teaching. **Cultural Studies of Science Education**, v. 2, n. 4, pp. 657-702. 2007.

LIMA, M. E. C. C. et al. Ciências da vida e da natureza no curso de Licenciatura em Educação do Campo – UFMG. In: ANTUNES-ROCHA, M. I. & MARTINS, A. A. (orgs.). **Educação do Campo**: desafios para formação de professores. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2009.

SILVA, G. F. Multiculturalismo e Educação Intercultural: vertentes históricas e repercussões atuais na educação. In: FLEURI, R. M. (Org.). **Educação Intercultural**: mediações necessárias. Rio de Janeiro: DP&A editora, 2003.

SOUZA, M. I. P. de & FLEURI, R. M. Entre limites e limiares de culturas: educação na perspectiva intercultural. In: FLEURI, R. M. (Org.). **Educação Intercultural**: mediações necessárias. Rio de Janeiro: DP&A editora, 2003.

SOLOMON, J. Energy for the citizen. In: DRIVER, R. & MILLAR, R. **Energy Matters**. Leeds: University of Leeds, March, 1986.

SOLOMON, J. **Getting to know about energy**: in school and society. London; Washington, D.C.: Falmer Press, 1992.

VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2009.