



Ano 6, Vol XI, número 2, 2013, Jul-Dez, pág. 369-387.

## ANALISANDO ATIVIDADES E AÇÕES EM UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ABORDAGEM CTS: CONTRIBUIÇÕES DA ELABORAÇÃO DE TEXTO PARA A APRENDIZAGEM DE QUÍMICA

Ruth do Nascimento Firme, Edenia Maria Ribeiro do Amaral

**RESUMO:** Este estudo tem como objetivos caracterizar atividades vivenciadas em uma sequência de aulas de química com abordagem CTS e analisar a ação de elaboração de texto realizada pelos alunos buscando compreender graus de generalização, independência e consciência relacionados com esta ação (GALPERIN, 1986). Para a caracterização das atividades, tomamos por base aspectos da teoria da atividade (LEONTIEV, 1985) e, consideramos como evidência da apropriação de significados, a identificação de construções híbridas entre a linguagem científica e a linguagem cotidiana (MORTIMER, 2010). Os resultados mostram que os alunos em seus textos transitaram entre duas linguagens distintas – científica e cotidiana, com predominância de construções híbridas. Contudo, diferentes graus de generalização, de consciência e de independência, decorrentes de diferentes níveis de situações de aplicação do conhecimento e de posicionamentos e envolvimento dos alunos, foram observados.

**Palavras-chave:** Ensino de Química, Abordagem CTS, Teoria de Assimilação das Ações Mentais

**ABSTRACT:** In this paper we aimed to characterize activities carried out in a chemistry teaching learning sequence in which STS approach was adopted, and so, to analyze and to evaluate meaning making processes and levels of generalization, independence and consciousness presented by students when engaged in a writing action (GALPERIN, 1986). In order to characterize activities we took into account categories from Activity Theory (LEONTIEV, 1985), and we analyze meaning making processes starting from evidences for hybrid discourse, bringing together scientific and quotidian language (MORTIMER, 2010). Results pointed out that students wrote texts by using alternately these two languages, presenting predominantly a hybrid discourse. However, in the written texts, when the students tried to apply the studied knowledge on situations and to make decisions, we identified different levels of generalization, independence and consciousness for the writing action.

## INTRODUÇÃO

Neste artigo, temos o objetivo de analisar atividades propostas para uma abordagem CTS sobre o tema Produção da Energia Nuclear e, de forma mais específica, analisar a elaboração de texto realizada pelos alunos ao final de uma sequência didática, buscando compreender em que medida essa ação pode evidenciar a apropriação de significados para os conhecimentos científicos estudados.

O ensino de ciências planejado a partir de uma abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) tem, entre outros objetivos formativos, a



finalidade de contribuir para a construção de conhecimentos, o desenvolvimento de habilidades e valores pelos estudantes no sentido de capacitá-los para tomar decisões responsáveis sobre questões científicas, tecnológicas e sociais e atuar na solução de tais questões (SANTOS e MORTIMER, 2002). Isso pressupõe a inclusão, em sala de aula, de discussões sobre o impacto da ciência e da tecnologia em diversos setores da sociedade, o que pode levar ao debate sobre políticas públicas relativas à aplicação do conhecimento científico e tecnológico (FIRME e AMARAL, 2008). Dessa forma, a perspectiva CTS para o ensino prevê mudanças na forma como os conteúdos são trabalhados em sala de aula, no sentido de preparar cidadãos que entendam a dimensão humana e social da prática científica, bem como suas consequências no contexto social (AIKENHEAD, 2009).

De acordo com Silva (2000), o ensino de ciências com abordagem CTS busca criar uma consciência civil com responsabilidade social e política, oportunizando o desenvolvimento de atitudes e ferramentas que contribuam para julgar, avaliar e decidir no campo do domínio técnico e científico. Segundo a autora, “o objetivo não é apenas ensinar valores, mas que os alunos, de posse do conhecimento científico, passem a integrá-los na formulação de julgamentos éticos, (...) e na avaliação dos riscos das decisões tomadas”. Dessa forma, o ensino na perspectiva CTS deve contribuir para formar visões sobre Ciência e Tecnologia articuladas aos aspectos sociais e culturais da Sociedade e construir uma postura cidadã de participação, para a qual a apropriação de conhecimentos científicos torna-se fundamental (GARCIA *et al.*, 2000).

Neste trabalho, consideramos que processos de construção de significados para conhecimentos científicos visando a formação de uma cidadania crítica e fundamentada implicam na articulação destes com situações do mundo real. Esses processos envolvem as relações entre atividades formativas realizadas no contexto formal e a vivência dos alunos no contexto social. Segundo Vigotski (1998), a aprendizagem é uma atividade social mediante a qual são significados objetos socioculturais historicamente construídos, com orientação e a partir de interação social. Este seria um aspecto necessário ao desenvolvimento das funções psicológicas superiores tais como



linguagem oral, leitura, escrita, reflexão, consciência das ações, etc. Dessa forma, nessa perspectiva de aprendizagem são destacados três elementos: o contexto social, a atividade e a mediação (NÚÑEZ, 2009). Com relação à mediação, destacamos a importância da linguagem no processo de construção e apropriação de significados.

Segundo Mortimer (2010), a apropriação de significados é um processo em que os estudantes povoam as palavras do professor com suas próprias palavras. Nesse sentido, “aprender é dialogar com a palavra do outro. É povoar esta palavra com suas próprias contrapalavras” (MORTIMER, 2010, p. 185). Para este autor, aprender ciências implica em um diálogo entre a linguagem científica e a linguagem cotidiana. A linguagem científica, com suas especificidades, transforma processos em grupos nominais e apresenta os verbos como relações entre esses grupos. A linguagem cotidiana, diferentemente da linguagem científica, faz referência aos processos dinâmicos e apresenta os verbos como *ações* efetuadas por agentes (MORTIMER, 2010). Aprender ciências implica, entre outros aspectos, no diálogo entre linguagem científica e linguagem cotidiana, e podemos considerar que a apropriação de significados para conhecimentos científicos corresponde ao que Mortimer (2010) considera como construção de hibridações entre a linguagem científica e a linguagem cotidiana.

Com base nas ideias de Bakhtin (1981), Mortimer (2010) considera que a apropriação de significados pelos indivíduos contempla as seguintes fases: 1) a fase em que os significados introduzidos pelo professor são estranhos aos estudantes; 2) a fase em que os significados não soam mais como estranhos aos estudantes, mas são vistos como metade sua e metade do professor; 3) a fase em que os significados são completamente apropriados pelos estudantes, ou seja, “quando o estudante é capaz de aplicar os novos significados a uma variedade de diferentes fenômenos e situações (...)” (MORTIMER, 2010, p. 191). De acordo com o autor, uma das formas possíveis de identificar o processo de apropriação de significados pelos alunos pode ser a análise de relações entre modos de pensar e modos de falar ou escrever. Indo nessa direção, buscamos neste trabalho analisar a elaboração de



textos pelos alunos ao final de uma sequência didática, considerando que esta ação pode trazer evidências da apropriação de significados.

A elaboração de texto, segundo Sanmarti (1997), é fator determinante da aprendizagem em ciências, uma vez que, para aprender ciências é preciso se apropriar das formas linguísticas e de um vocabulário da cultura científica, ou seja, da linguagem científica. Para a autora, ao escrever, as ideias são construídas e ampliadas e vão se adequando progressivamente às formas de colocar os fatos com base em explicações científicas. No nosso caso, quando analisamos os textos elaborados pelos alunos, buscamos identificar as posições tomadas quanto ao tema em estudo e como foi usada, em seus argumentos, a linguagem científica em articulação com a linguagem cotidiana (construções híbridas).

Oliveira e Carvalho (2005) reforçam a importância de que, no ensino, sejam propostas atividades de produção escrita considerando que nelas os alunos desenvolvem a capacidade de convergir e focalizar ideias, organizando e consolidando concepções prévias em conhecimentos mais coerentes e estruturados. A estruturação de atividades para o ensino não é uma tarefa trivial. De acordo com Núñez (2009), Vigotski colocou em seus estudos mais ênfase no papel da mediação e não discutiu da mesma forma atividades e ações do sujeito nos processos de aprendizagem.

Os estudos sobre a atividade humana foram desenvolvidos principalmente nos trabalhos de Leontiev (1985), nos quais o autor considera a atividade como unidade básica para a compreensão do psiquismo e das relações sociais. Para o autor, o sentido da atividade humana é global, mas pode ser desdobrado em distintos tipos concretos de atividade, cuja diferenciação é dada pelo seu conteúdo objetal. Para Leontiev, a atividade pode ser estruturada a partir dos seguintes componentes: *sujeito* (aquele que realiza a ação), *objeto* (conteúdos e habilidades), *motivos* (necessidade de ação), *objetivo* (finalidade que orienta a ação), *sistema de operações* (procedimentos para realizar a ação), *base orientadora da atividade* (BOA) (orientação), *instrumentos* (meios para realizar a atividade), *condições* (situações em que o sujeito realiza a atividade) e o *produto* (resultado da atividade) (NÚÑEZ e



FARIA, 2004). Nesse sentido, Leontiev (1985) considera que na aprendizagem de conceitos e habilidades o indivíduo deve desenvolver ações apropriadas que, inicialmente, estão na forma de ações externas e se tornam ações internas. Neste artigo, buscamos analisar as atividades propostas em uma sequência didática a partir dos componentes estruturais propostos por Leontiev, focando na atividade que inclui a ação de elaboração de texto. Indo além, buscamos compreender os processos de apropriação de significados vivenciados pelos alunos, a partir de uma análise mais detalhada sobre essa ação tomando por base as ideias de Galperin.

Galperin (1957/2001) considerou que novas investigações sobre aprendizagem escolar deveriam incluir o estudo de ações necessárias para que ela ocorra. E para isso, buscou estudar os seguintes aspectos: a ação que possibilita a formação de um novo conceito; as formas nas quais essa ação ocorre; os componentes dos conceitos que podem orientar essa ação; e a variedade de material na qual se aplicará a ação. Nesse contexto, Galperin desenvolveu a Teoria de Assimilação de Ações Mentais por Etapas a partir principalmente do reconhecimento de que existe uma unidade da atividade psíquica (interna) e da atividade externa, material, buscando investigar os mecanismos de transformação de uma em outra, como processo dinâmico e complexo (NÚÑEZ e OLIVEIRA, 2013).

Para Galperin, as principais características das ações são: 1) a forma em que elas se realizam, ou seja, no plano material, no plano da linguagem verbal oral ou escrita, ou no plano mental; 2) o grau de generalização, que diz respeito à relação entre as situações nas quais o sujeito aplica a atividade e os conceitos e situações em que realmente é possível essa aplicação; 3) o grau de detalhamento, relativo aos detalhes da ação para que se tenha consciência de seus elementos; 4) o grau de consciência, que implica na possibilidade do sujeito fazer a ação e saber dizer por que a fez ou está fazendo; 5) o grau de independência, que diz respeito à passagem progressiva da realização da ação com ajuda para a ação sem ajuda; 6) a solidez, que se refere à realização da ação após um tempo implicando em uma aprendizagem sólida (NÚÑEZ e FARIA, 2004).



A partir da discussão feita acima, consideramos o seguinte questionamento como norteador da investigação feita neste trabalho: em que medida a ação de elaboração de texto, realizada pelos alunos em aulas de química com abordagem CTS, possibilita a apropriação de significados para os conhecimentos científicos? Consideramos que aspectos da linguagem, da estruturação de atividades e da qualificação das ações podem contribuir de forma relevante para a caracterização e análise dos processos de construção e apropriação de significados em sala de aula. Nessa direção, este estudo tem como objetivos caracterizar atividades vivenciadas em uma sequência de aulas de química com abordagem CTS e analisar a elaboração de texto pelos alunos buscando compreender em que medida essa ação possibilita a apropriação de significados para os conhecimentos científicos, tomando por base a identificação de construções híbridas entre a linguagem científica e a linguagem cotidiana.

## **METODOLOGIA**

Para este estudo foram considerados dados de uma sequência didática ministrada por uma professora de química de escola pública que, na vivência de uma abordagem CTS, discutiu a questão da produção de energia nuclear articulando os conceitos científicos de radiação, tipos de radiação, leis da radioatividade, reação de fusão nuclear e reação de fissão nuclear. Considerando a perspectiva CTS, foram abordados tanto aspectos tecnológicos do funcionamento de uma usina nuclear na geração de energia elétrica e dos processos de datação radiativa, quanto aspectos sociais relativos aos efeitos causados pela radiação e diferentes posturas sobre a produção de energia nuclear.

A sequência de aulas foi realizada com uma turma da 3ª série do Ensino Médio e contemplou 08 aulas, de 50 minutos cada, envolvendo em média 45 alunos. As aulas eram geminadas (duas aulas), dessa forma, a sequência didática foi desenvolvida em 04 etapas. De um modo geral, em todas as etapas,

as atividades propostas contemplaram questões conceituais e contextuais, como é mostrado no Quadro 01.

**Quadro 01: Resumo das atividades vivenciadas na sequência de aulas**

<b>ETAPAS</b>	<b>Descrição</b>
ETAPA 1	Apresentação de imagens de vítimas do acidente radioativo de Chernobyl, seguida de breve descrição dos fatos (S).
	Discussão sobre: como e porque a radiação causou tantos efeitos naquelas pessoas? (S)
ETAPA 2	Discussão e sistematização dos conceitos de radiação, tipos de radiação, leis da radioatividade e reações nucleares (Fissão e Fusão) (C).
	Discussão e sistematização do funcionamento de uma usina nuclear. (C e T)
ETAPA 3	Discussão e sistematização do processo de datação radiativa. (C, T e S)
	Leitura e discussão do texto do livro em pequenos grupos. (C, T e S)
ETAPA 4	Debate com o grande grupo sobre: a energia nuclear deve ou não ser utilizada? (C, T e S)
	Elaboração de um texto – carta com argumentação científica (C, T e S)

De acordo com o quadro 01, verificamos que como conclusão das atividades realizadas foi solicitada aos alunos a elaboração de uma carta com argumentação científica direcionada a uma autoridade sobre a produção de energia nuclear no Brasil, como requisito de verificação da aprendizagem. A carta foi elaborada pelos alunos organizados em pequenos grupos e a opção pela elaboração de uma carta com argumentação científica partiu das seguintes considerações: 1) o Enem (Exame Nacional de Ensino Médio) inclui como uma das competências que devem ser desenvolvidas pelos estudantes do Ensino Médio “relacionar informações, representadas de diferentes formas, e conhecimentos disponíveis em situações concretas, para construir argumentação consistente” (INEP, 2005, p. 89); 2) os alunos iriam apresentar e discutir posturas divergentes sobre a produção de energia nuclear; e 3) eles haviam estudado na unidade anterior da disciplina de Português, como se constrói um texto argumentativo.

Com o objetivo de compreender o processo de apropriação de significados pelos alunos a partir da análise da ação de elaboração de texto, realizamos os seguintes procedimentos metodológicos: a) caracterização de algumas das atividades vivenciadas durante a sequência de aulas tomando por base as seguintes categorias: sujeito, objetos, objetivos e sistema de operações (ações) (LEONTIEV, 1985); b) transcrição e análise de cartas argumentativas

elaboradas pelos grupos com o objetivo de investigar a apropriação de significados pelos alunos a partir da identificação de construções híbridas entre a linguagem científica e a linguagem cotidiana (MORTIMER, 2010); c) análise dos graus de generalização, conscientização e independência (GALPERIN, 1986) a partir da análise das cartas elaboradas pelos grupos.

Todos os grupos de alunos receberam a mesma orientação para a elaboração da carta: eles deveriam se posicionar diante de uma autoridade do poder legislativo nacional quanto ao uso da produção de energia nuclear no Brasil. Para este artigo, apresentaremos a análise de duas das cartas elaboradas, considerando que são representativas das cinco cartas que foram produzidas pelos grupos. As cartas transcritas e analisadas são aqui apresentadas como carta A e carta B.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para melhor compreendermos os processos de significação que ocorreram na elaboração das cartas, consideramos importante situar esta ação no conjunto de atividades realizadas na sequência didática. Dessa forma, inicialmente apresentamos a caracterização de algumas das atividades e, em seguida, apresentamos a análise da ação de elaboração de texto realizadas pelos alunos.

Na sequência didática, diversas atividades foram propostas e, entre elas, destacamos e caracterizamos aquelas que contemplaram discussões sobre conhecimentos científicos, aspectos tecnológicos e questões sociais, conforme mostrado no quadro 02.

**Quadro 02: Caracterização das atividades da sequência de aulas**

	<b>Sujeitos</b>	<b>Objetos</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Ações</b>
1ª Atividade	Professora Alunos	Acidente de Chernobyl.	Motivar os alunos para o estudo do tema. Articular conceitos científicos com situações reais.	Visualização de imagens de vítimas do acidente de Chernobyl. Descrição de como ocorreu este acidente.
2ª Atividade	Professora Alunos	Concepções prévias sobre	Identificar ideias prévias dos alunos	Elaboração de hipóteses sobre

		causas e efeitos da radiação. Radiação. Tipos de radiação. Efeitos da radiação.	sobre causas e efeitos da radiação. Trabalhar o conceito de radiação, tipos de radiação e seus efeitos.	causas e efeitos da radiação a partir das imagens apresentadas. Aula expositiva dialogada e anotações no quadro para grande grupo.
3ª Atividade	Professora Alunos	Radioatividade. Leis da radioatividade Reações Nucleares (Fusão e Fissão)	Trabalhar os conceitos de radioatividade, leis da radioatividade e reações nucleares (Fissão e Fusão) Caracterizar tipos de reações nucleares.	Aula expositiva dialogada e anotações no quadro para o grande grupo.
4ª Atividade	Professora Alunos	Usina Nuclear	Discutir sobre funcionamento de usina nuclear na geração de energia elétrica.	Exposição oral para o grande grupo com apresentação de vídeo sobre o funcionamento de uma usina nuclear. Discussão no grande grupo sobre os riscos e benefícios da usina nuclear na geração de energia elétrica.
5ª Atividade	Professora Alunos.	Processo de Datação radioativa	Apresentar a aplicação da radioatividade na arqueologia. Discutir o processo de datação radioativa.	Leitura de texto do livro didático sobre o processo de datação radioativa. Discussão sobre o processo de datação radioativa no grande grupo.
6ª Atividade	Alunos	Posicionamentos divergentes sobre a produção de energia nuclear	Discutir posições divergentes sobre a energia nuclear.	Leitura do texto “Radioatividade: mocinha ou vilã?” nos pequenos grupos. Discussão nos pequenos grupos sobre o texto.
7ª Atividade	Professora Alunos	Produção de energia nuclear	Promover uma discussão sobre o uso da energia nuclear.	Debate sobre a produção de energia nuclear organizado em dois grandes grupos: um grupo que se posicionou contra e um que se posicionou a favor.
8ª Atividade	Alunos	O uso da energia nuclear	Promover uma tomada de posição cientificamente argumentada	Elaboração de texto.



A sequência didática teve início com a atividade 1, que visava mostrar aos alunos uma situação real, a partir da qual seriam desenvolvidos conteúdos científicos e tecnológicos. Com isso, acreditamos que atividade pode ter contribuído para aumentar o interesse dos alunos em aprofundar a compreensão científica sobre fatos e fenômenos que circularam amplamente na mídia. A partir da abordagem ao acidente de Chernobyl (S), nas atividades 2, 3, 4 e 5, a professora apresentou e sistematizou conteúdos sobre radiação (C), tipos de radiação (C), efeitos da radiação (C), radioatividade (C), leis da radioatividade (C), reações nucleares (C), usinas nucleares (T) e datação radioativa (T). Essas atividades demandaram dos alunos ações tais como, o levantamento de hipóteses a partir de questionamentos feitos pela professora, leitura de texto sobre aplicação da radioatividade na arqueologia e debates no grande grupo sobre riscos e benefícios das usinas nucleares. A discussão sobre conteúdos científicos implicados em situações reais faz parte das estratégias propostas para uma abordagem CTS ao ensino. Na atividade 6, foi feita uma leitura do texto “Radioatividade: mocinha ou vilã?”, com o objetivo de trazer uma questão controversa sobre a produção e uso da energia nuclear (S). Para a leitura do texto, os alunos foram organizados em pequenos grupos. Após a leitura, os alunos foram convidados a debater o tema em seus grupos e apresentar na forma da linguagem oral, argumentos sobre o tema em debate. Nesse momento, foram organizados dois grandes grupos: um a favor da produção de energia nuclear e o outro, contra (atividade 7). Finalmente, na atividade 8, os alunos foram divididos em pequenos grupos para a elaboração de uma carta com argumentação científica a partir do tema debatido. Vale ressaltar que a elaboração de texto em sala de aula de ciências oportuniza a construção de ideias e argumentos com o uso da linguagem científica (SANMARTI, 1997) e, dessa forma, havia a expectativa de que os alunos na discussão em grupo sistematizassem os principais pontos do debate, apresentando posições justificadas a partir de argumentos científicos, ou seja, usando a linguagem científica e/ou construções híbridas (MORTIMER, 2010).



Considerando o contexto em que a ação de elaboração do texto foi realizada, o grau de generalização (GALPERIN, 1986) dessa ação foi considerado quando identificamos a aplicação de conhecimentos científicos a situações distintas daquelas discutidas nas aulas, ou a situações estudadas considerando o uso apropriado de argumentos científicos. Esses argumentos podem estar associados a pontos de vistas e concepções pessoais dos alunos sobre a produção de energia nuclear, verificados por meio da construção de hibridações entre a linguagem científica e a linguagem cotidiana (MORTIMER, 2010).

O grau de conscientização foi analisado a partir da identificação de posicionamentos consistentes e coerentes do grupo com relação ao tema, direcionados a autoridades competentes, como demonstração de compreensão dos objetivos da ação proposta; e o grau de independência foi avaliado considerando evidências de que os grupos apresentavam ideias, discutiam e argumentavam suas posturas no texto sem recorrer diretamente à professora e/ou aos textos lidos anteriormente.

Como mencionado na metodologia, graus de generalização, conscientização e independência foram analisados a partir da transcrição e análise das cartas elaboradas pelos grupos. A seguir, apresentamos a transcrição e análise de duas dessas cartas – carta A e carta B - elaboradas por alunos do grupo A e grupo B, respectivamente.

No Quadro 03, está a transcrição na íntegra da carta A.

#### **Quadro 03: transcrição da carta A**

Recife, 20 de maio de 2010.

Prezados

A produção e utilização de energia nuclear é um assunto que deve ser tratado com muita delicadeza, visto que existem vantagens e desvantagens. Como vantagens, podemos citar: as amplas aplicações no campo da medicina, agricultura, proteção ao meio ambiente e indústrias em geral. Já como desvantagens, existe o fato da energia nuclear ser considerada um “cavalo de Tróia”.

Na medicina, a energia nuclear propicia utilização de técnicas avançadas de diagnóstico e tratamento de inúmeras doenças. E na agricultura é utilizada na irradiação dos alimentos, permitindo que durem por mais tempo, além da produção de sementes. Na indústria são utilizadas técnicas de verificação de equipamentos, esterilização de equipamentos médicos e cirúrgicos. Na área do meio ambiente, técnicas nucleares são utilizadas para monitorar poluentes e identificar recursos aquíferos. Além disso, a energia nuclear é a única forma de obtenção de energia imediatamente acessível que não causa aumento de temperatura.

Em contrapartida essa energia é um cavalo de Tróia, pois o uso industrial resulta em algumas surpresas desagradáveis. Existe o risco de contaminação radioativa que poderia acompanhar um acidente com a possibilidade de um atentado terrorista ou sabotagem.

A utilização de energia nuclear não emite gases ou partículas que causam a destruição da camada de ozônio, mas produz um veneno quase eterno, o plutônio. De acordo com os motivos citados acima, solicitamos um estudo mais profundo sobre a energia nuclear para que possamos chegar à conclusão se a produção e utilização da mesma vale mesmo a pena.

Atenciosamente

G. B., H. R., R. T., T. dos S.

### Quadro 03: Transcrição da carta A, elaborada pelos estudantes do grupo A

Analisando a carta A verificamos que este grupo fez uso da linguagem cotidiana e da linguagem científica ao longo de todo texto. Quando o grupo escreveu o trecho “*Como vantagens, **podemos** citar as amplas aplicações no campo da medicina, agricultura, proteção ao meio ambiente e indústrias em geral*” (trecho do 1º parágrafo), temos características da linguagem cotidiana, uma vez que, a expressão do verbo *poder* significa uma ação por eles (membros do grupo e autores da carta) realizada. Neste parágrafo, os processos implicados nas aplicações citadas não foram nominalizados, em conformidade com a linguagem científica. Além disso, é feita uma analogia do uso da energia nuclear com um fato retirado da literatura grega.

Por outro lado, quando o grupo escreveu os trechos “*Na medicina, a energia nuclear propicia utilização de técnicas avançadas de diagnóstico e tratamento de inúmeras doenças. E na agricultura é utilizada a irradiação de alimentos, **permitindo** que durem por mais tempo. Além da produção de sementes*”; “*a energia nuclear é a única forma de obtenção de energia imediatamente acessível que não **causa** aumento de temperatura*” (parágrafo 2); e “*A utilização de energia nuclear não **emite** gases ou partículas que causam a destruição da camada de ozônio (...)*” (trecho do 4º parágrafo), temos características da linguagem científica, dado que, a expressão dos verbos *permitir*, *causar* e *emitir* significa uma *relação* entre grupos nominais (MORTIMER, 2010). Por exemplo, o verbo *permitir* estabelece uma relação de causalidade entre a conservação e a irradiação de alimentos. Adicionalmente, o fato deste verbo não designar uma ação realizada por um agente, e sim uma relação entre processos, implica na ausência de um agente e em certa neutralidade, características da linguagem científica (MORTIMER, 2010). O que pode ser considerado como mais uma evidência do uso da linguagem científica pelos alunos do grupo A. Neste caso, os processos foram

nominalizados – técnicas avançadas de diagnóstico, irradiação de alimentos, produção de sementes, obtenção de energia, esterilização de equipamentos, destruição da camada de ozônio, monitorar poluentes (monitoração) e identificar recursos aquíferos (identificação). Considerando que esses processos não foram mencionados nas aulas, podemos considerar isso como evidência de generalização e independência, que qualificam a ação de elaboração do texto.

Nos 3º e 4º parágrafos, verificamos uma construção híbrida de linguagem, quando os alunos usam termos científicos (contaminação radioativa, plutônio) e cotidianos (surpresas, atentados terroristas, sabotagem, veneno quase eterno). Neste caso, os alunos parecem justificar o posicionamento colocado ao final da carta ou a falta dele, a partir da necessidade de aprofundar os estudos para uma tomada de decisão sobre a questão. Tal postura parece evidenciar um elevado grau de consciência sobre a importância de avaliar cuidadosamente argumentos favoráveis e desfavoráveis ao uso da energia nuclear. O reconhecimento de que os argumentos colocados não são suficientes podem indicar que houve uma apropriação sobre a complexidade implicada na questão, o que os impede de apresentar uma posição bem definida diante das autoridades.

Em síntese, a carta A apresenta alternância no uso da linguagem cotidiana (1º parágrafo) e científica (2º parágrafo), nos dois primeiros parágrafos, e construções híbridas nos dois últimos parágrafos (3º e 4º parágrafos). Os argumentos científicos colocados na carta indicam a apropriação de discussões feitas em sala de aula, mas, por serem amplos, eles não trazem evidências de que essa apropriação tenha ocorrido com relação aos conceitos estudados. No entanto, na ação de elaboração da carta, os estudantes apresentam um bom grau de generalização e independência, e um elevado grau de consciência sobre o posicionamento a ser tomado na tarefa.

Tal como procedemos na análise da primeira carta, apresentamos a seguir a transcrição e análise da carta B, elaborada pelos alunos do grupo B (Quadro 04).

#### Quadro 04: transcrição da carta B

Recife, 21 de maio de 2010.

A Radioatividade ou radiatividade é a capacidade que alguns elementos fisicamente instáveis possuem de emitir energia sob forma de partículas ou radiação eletromagnética.

Convivemos no nosso dia-a-dia com a radioatividade, seja através de fontes naturais ou artificiais, a radioatividade em pequenas doses é inofensiva para a vida humana, mas em doses excessivas, pode provocar lesões no sistema nervoso, ela ataca as células do corpo individualmente, pode afetar os átomos que estão presentes nas células provocando alterações em sua estrutura.

Vários tipos de radioatividade como raios X, laser e até mesmo a energia nuclear são utilizados na medicina e salvam milhões de vidas, entretanto acidentes radioativos podem provocar efeitos a curto, ou longo prazo, ou até mesmo irreversíveis, que podem vir a apresentar anomalias em seus descendentes (filhos, netos), pois pessoas que recebem radiação sofrem alterações genéticas como consequência dessa exposição.

Em relação ao investimento em usinas nucleares no país, não seria viável, já que são incapazes de produzir mais que 2% da eletricidade gerada no Brasil, além disso, são inseguras, caras, sujas e ultrapassadas.

Contudo, dentro da radioatividade existem benefícios visíveis, porém também existem riscos consideráveis, e tudo isso deve ser levado em conta antes de qualquer investimento por parte do governo.

Na carta B, também registramos o uso da linguagem científica e da linguagem cotidiana pelos alunos, no entanto, verificamos um uso predominante de construções híbridas. De uma forma geral, os estudantes fizeram uso da linguagem científica, por exemplo, quando escreveram definições: “A *Radioatividade ou radiatividade é a capacidade que alguns elementos fisicamente instáveis possuem de **emitir** energia sob forma de partículas ou radiação eletromagnética*” (1º parágrafo). Nesse trecho da carta, o verbo *emitir* não exprime uma ação realizada por um agente, mas uma relação entre as duas partes do processo, isto é, uma relação de causalidade

entre a instabilidade nuclear dos elementos radioativos e a emissão de energia. Como este verbo não está designando uma ação realizada por um agente, e sim uma relação entre processos, podemos considerar que a ausência de um agente (MORTIMER, 2010) se constitui como mais uma evidência do uso da linguagem científica pelos estudantes do grupo A. Neste parágrafo, o texto dos alunos se assemelha ao texto didático e podemos questionar o grau de independência na elaboração dessa afirmativa. Isso, em maior ou menor grau, parece se repetir ao longo de todo o texto da carta.

Nos parágrafos seguintes, quando os estudantes escreveram: “*Convivemos no nosso dia-a-dia com a radioatividade, seja através de fontes naturais ou artificiais, a radioatividade em pequenas doses é inofensiva para a vida humana, mas em doses excessivas, pode **provocar** lesões no sistema nervoso, ela **ataca** as células do corpo individualmente, pode **afetar** os átomos que estão presentes nas células **provocando** alterações em sua estrutura*” (2º parágrafo); “*Vários tipos de radioatividade como raios X, laser e até mesmo a energia nuclear são utilizados na medicina e **salvam** milhões de vidas, entretanto acidentes radioativos podem provocar efeitos a curto (...)*” (trecho do 3º parágrafo); e “*Em relação ao investimento em usinas nucleares no país, não seria viável, já que são incapazes de **produzir** mais que 2% da eletricidade gerada no Brasil (...)*” (trecho do 4º parágrafo), identificamos construções híbridas, com características: da linguagem cotidiana, quando os verbos *conviver*, *provocar*, *atacar*, *salvar* e *produzir* expressam ações realizadas por determinados agentes, como por exemplo, em “*(...) ela (a radioatividade) **ataca** as células do corpo individualmente, (...)*”; e da linguagem científica quando o verbo *provocar* expressa uma relação de causalidade entre as alterações nos átomos das células e alterações em suas estruturas, como, por exemplo, em “*(...) (a radioatividade) **pode afetar** os átomos que estão presentes nas células **provocando** alterações em sua estrutura*”. Processos são nominalizados, tais como, alterações de estruturas, lesões no sistema nervoso, alterações genéticas. Considerando que alguns desses processos foram abordados nas aulas e/ou nos textos trabalhados, a menção dos mesmos pelos alunos parece não ser

suficiente para indicar que houve um bom grau de generalização na aplicação dos conhecimentos estudados.

Com relação ao grau de consciência, a carta B sugere um menor envolvimento dos alunos quanto ao diálogo com autoridades, o que seria o objetivo da carta. O uso de argumentos científicos pelos alunos foi mais frequente na carta B do que na carta A e, no entanto, parece-nos que isso limitou a apresentação de um posicionamento mais personalizado do grupo. Os alunos assumiram uma postura que sugere pouca apropriação para si do texto elaborado (MORTIMER, 2010). Este parece um indício de um baixo grau de consciência e de independência sobre a ação a ser realizada.

Em síntese, a carta B, apresenta uma predominância de construções híbridas. No entanto, embora os alunos tenham apresentado uma boa argumentação científica, na ação de elaboração da carta, eles apresentam um baixo grau de generalização, consciência e independência.

Considerando que a apropriação de significados para conhecimentos científicos está relacionada com construções híbridas entre a linguagem científica e a linguagem cotidiana (MORTIMER, 2010), pudemos identificar, a partir da análise das duas cartas elaboradas pelos alunos dos grupos A e B, indícios desta apropriação pelos alunos destes grupos, embora em níveis e com características diferentes. Os alunos em seus textos transitaram entre duas linguagens distintas – científica e cotidiana. Ora apresentaram um aspecto mais narrativo no texto, um processo mais dinâmico no qual os agentes e suas respectivas ações estavam explicitamente mencionados – características da linguagem cotidiana (MORTIMER, 2010), ora um aspecto mais explicativo e causal, uma relação em causa e efeito, um processo de nominalização e suas relações no qual os agentes não são mencionados, e sim os grupos nominais – características da linguagem científica (MORTIMER, 2010). Essas construções híbridas são consideradas como indícios da apropriação de significados para conhecimentos científicos pelos alunos.

Essa apropriação também se evidencia a partir do grau de generalização propiciado pela ação de elaboração de texto realizada na sala de aula. Os alunos foram capazes de lançar mão dos significados atribuídos aos



conhecimentos estudados em outras situações mencionadas no texto, que seria endereçado a uma autoridade para discussão sobre a produção de energia nuclear no Brasil, embora com diferentes graus de generalização. Nas duas cartas, podemos verificar também diferentes graus de consciência, quando os alunos se percebem mais ou menos como protagonistas de uma ação direcionada a essa autoridade, diante da qual devem argumentar sobre o tema. Verificamos que diferentes níveis de percepção sobre essa ação podem ser verificados nos textos. Quanto ao grau de independência, na carta A isso bastante perceptível e na carta B, os alunos parecem ter recorrido ao texto didático para construir os seus argumentos.

Por fim, considerando o conjunto das ações vivenciadas na sequência de aulas podemos dizer que foi oportunizada a apropriação de significados para os conhecimentos científicos e tecnológicos, e as questões sociais, abordados, o que pareceu propiciar uma consciência politicamente responsável, que por sua vez, constitui um dos objetivos de abordagens CTS.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo tivemos como objetivos caracterizar atividades vivenciadas em uma sequência de aulas de química com abordagem CTS e analisar a ação de elaboração de texto realizada pelos alunos buscando compreender graus de generalização, consciência e independência relacionados a esta ação, a partir de construções híbridas consideradas como indícios da apropriação de significados para conhecimentos científicos pelos alunos.

No entanto, percebemos que a presença de construções híbridas entre a linguagem cotidiana e a linguagem científica nos textos elaborados pelos alunos, consideradas como indícios da apropriação de significados para conhecimentos científicos pelos mesmos, não garante a qualidade desta ação em termos de um bom grau de generalização, consciência e independência. Portanto, é necessário considerar, na ação de elaboração de texto, como essas construções híbridas foram estabelecidas quanto às situações de aplicação do conhecimento e ao posicionamento e envolvimento dos alunos.



Nesse sentido, poderemos compreendermos melhor como uma sequência de aulas pode ser planejada para concretizar efetivamente os pressupostos de abordagens CTS no Ensino de Ciências, e de forma mais particular, no Ensino de Química. Por exemplo, quais atividades e ações seriam mais pertinentes numa sequência de aulas de química com abordagem CTS para a apropriação de significados sobre novas formas de conceber e agir em um mundo marcado concretamente por uma cultura científica e tecnológica?

## REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, G. S. Research into STS science education. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, 2009.

BAKHTIN, M. M. **The dialogic imagination: four essays**. Austin: University of Texas Press. 1981.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Exame Nacional do Ensino Médio (Enem): fundamentação teórico-metodológica**. Brasília: MEC/INEP, 2005.

FIRME, R. do N.; AMARAL, E. M. R. do. Concepções de professores de química sobre ciência, tecnologia, sociedade e suas interrelações: um estudo preliminar para o desenvolvimento de abordagens CTS em sala de aula. **Ciência & Educação**, 14, (2), 251-269, 2008.

GALPERIN, P. Sobre el método de formación por etapas de las acciones intelectuales. In: **Antología de la Psicología Pedagógica y de las edades**. La Habana. Editorial Pueblo y Educación, pp. 114-118, 1986.

\_\_\_\_\_. Sobre la formación de las imágenes sensoriales y de los conceptos. Colección de materiales de conferencias sobre Psicología. In: **La Formación de las funciones psicológicas durante el desarrollo del niño**. Organizador: Luis Quintanar Rojas. Universidad Autónoma de Tlaxcala. 1957/2001.

GARCÍA, M. I. G.; CERESO, J. A.; LÓPEZ, J. L. L. **Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología**. 1. ed. Madrid: Editorial Tecnos, 2000.

LEONTIEV, A. N. **Actividad, Conciencia y Personalidad**. La Habana Editorial Pueblo y Educación, 1985.

MORTIMER, E. F. As chamas e os cristais revisitados: estabelecendo diálogos entre a linguagem científica e a linguagem cotidiana no ensino das Ciências da



natureza. In: SANTOS, W. L. P. dos.; MALDANER, O. A. (organizadores). **Ensino de química em foco**. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2010.

NÚÑEZ, I. B.; FARIA T. C. L. de. O enfoque sócio-histórico-cultural da aprendizagem: os aportes de L. S. Vigotski, A. N. Leontiev e P. Ya Galperin. In: Núñez, I. B.; Ramalho, B. L. **Fundamentos do ensino-aprendizagem das ciências naturais e da matemática: o novo ensino médio**. Porto Alegre: Sulina, 300 p, 2004.

NÚÑEZ, I. B. Vygotsky Leontiev Galperin – Formação de Conceitos e Princípios didáticos. Brasília: Líber Livro. 216 p. 2009.

NÚÑEZ, I. B.; OLIVEIRA, M. V. F.. P. Ya. Galperin: a vida e a obra do criador da teoria da formação por etapas das ações mentais e dos conceitos. In: *Ensino Desenvolvimental – vida, pensamento e obra dos principais representantes russos*. (Orgs. Andrea M. Longarezi e Roberto V. Puentes). Uberlândia: Editora da UFU. p. 283-314. 2013.

OLIVEIRA, C. M. A.; CARVALHO, A. M. P. Escrevendo em aulas de Ciências. *Enseñanza de las ciencias*, número extra. VII Congresso, 2005.

SANMARTI, N. Ensinar a elaborar textos científicos nas aulas de ciências. In: *XI Seminário internacional – Concepções e problemas no ensino das ciências naturais*, 1997.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio - Pesquisa em educação em ciência*, v. 2, n. 2, p. 1-22, 2002.

SILVA, R. M. G. da. Ensino de ciências e cidadania. In: SCHNETZLER, R. P. (org.). *Ensino de ciências: fundamentos e abordagens*. Campinas: R. Vieira Gráfica e Editora Ltda., p. 154-182, 2000.

VIGOTSKI, L. S. *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

**Recebido em 10/9/2013. Aceito em 10/12/2013.**

Contato: isaurobeltran@yahoo.com.br