

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOQUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E DA SAÚDE

**ATIVIDADES INTEGRADAS DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM
QUÍMICA NUMA PERSPECTIVA PROBLEMATIZADORA**

Paula Nunes

Dissertação apresentada
como exigência parcial para obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências,
sob orientação do Prof. Dr. José Claudio Del Pino

Porto Alegre, Dezembro de 2008

Eu agradeço:

Primeiramente à minha família. Ruy, Vera, Fernanda, Gustavo e Eduardo vocês foram, ao longo de todo esse mestrado, os principais apoiadores, incentivadores, financiadores, estando sempre à disposição para ouvir, aconselhar e, ainda que com algumas mágoas, entenderam a distância que essa caminhada nos forçou.

Ao Júnior, que em madrugadas sem fim, deu todo o apoio necessário para a conclusão desta dissertação.

À Kika que, assim como eu, acredita que mudanças são necessárias e num educar diferente. Amiga, foste fundamental para que esse projeto fosse aplicado e para que esse mestrado fosse a cabo.

Aos estudantes da turma 102 do ano de 2007 do Colégio Estadual Dr. Wolfram Metzler, que aceitaram participar dessa proposta.

À Rochele e ao Alessandro pelas sugestões, críticas, orientações e pelo apoio durante esses dois anos. Pessoas que fizeram com que esse mestrado fosse qualquer coisa, menos solitário.

À Shirley que, ao longo de todo o mestrado foi sempre a referência de informações fundamentais e, principalmente na “reta final”, apoiou a conclusão desta dissertação.

Ao Del Pino, com quem aprendi muito ao longo desse mestrado. Que confiou quando eu mesma desconfiava.

*Dedico esta dissertação ao homem que me
ensinou a gostar de ler e me dizia que
conhecimento não ocupa lugar na cabeça
de ninguém e à mulher que me fez gostar de
escola desde que eu era gestada.
Pai e Mãe, amo vocês!!*

Resumo

Uma das justificativas para a inclusão do ensino das ciências da natureza como parte do currículo da educação básica costuma ser a necessidade de proporcionar uma cultura científica mínima que permita aos estudantes compreender não somente o funcionamento do mundo natural, mas também os envolvimento que o avanço do conhecimento científico e tecnológico tem para a vida social do cidadão comum.

No entanto, há uma disparidade entre o que se espera da educação química em específico, como a criticidade, capacidade de análise de dados e proposição de hipóteses para a explicação/resolução dos problemas observados na nossa sociedade, por exemplo, e o que realmente acontece na realidade escolar, na qual há pouca contextualização dos conteúdos estudados, e o que em geral ocorre é a memorização de informações sem grandes questionamentos sobre a finalidade do estudo dos conceitos fundamentais dessa disciplina.

Buscando contribuir para alcançar algumas mudanças neste quadro do ensino de Química, esta dissertação apresenta um estudo de caso no qual se propôs uma estruturação curricular para essa disciplina com algumas integrações conceituais com a área de Biologia, utilizando-se uma estratégia metodológica direcionada à resolução de problemas.

Com isso buscou-se verificar se uma proposta integradora desses componentes curriculares promovia uma melhor aprendizagem dos conceitos de Química pelos estudantes, bem como, se o uso de diferentes estratégias de ensino e aprendizagem, aplicadas durante o ano letivo, possibilitava uma melhor construção de conceitos pelos estudantes.

Os dados utilizados para fazer esta análise foram obtidos durante a aplicação de uma proposta curricular para a disciplina de Química em uma turma de primeiro ano do Ensino Médio, na rede pública estadual.

Quatro atividades dessa proposta foram analisadas. A primeira aborda a utilização de recurso audiovisual para trabalhar com conceitos e teorias abstratos (teoria do Big Bang, e, a partir desta, os modelos de formação dos elementos químicos, constituição de estrelas, surgimento do nosso planeta e posteriormente de vida, etc.), e a análise da compreensão dos estudantes sobre esses temas, a partir da produção de material escrito pelos mesmos.

Na segunda procurou-se analisar a capacidade dos estudantes de integração conceitual realizada através da avaliação de mapas conceituais produzidos pelos mesmos,

realizando-se inferências sobre a capacidade de relacionar conceitos e em que grau essas relações ocorrem.

Na terceira atividade, os ciclos da matéria (água, carbono e nitrogênio) foram trabalhados concomitantemente nas disciplinas de Química e Biologia, a fim de que os estudantes pudessem perceber as relações existentes entre fatores bióticos e abióticos, com o olhar de cada uma das áreas que os estuda, posteriormente analisando-se a compreensão dos estudantes sobre os ciclos da matéria antes e após a intervenção da professora.

A última aborda a aplicação de uma atividade de resolução de problemas. Nessa atividade analisou-se a resolução proposta por três grupos da turma em que algumas comparações são realizadas segundo os critérios para avaliar o domínio de cada uma das fases de solução de problemas propostos por Pozo e Gomez Crespo (1998).

Durante a aplicação desta estratégia se observou que alguns estudantes tiveram dificuldade na construção de textos e dos mapas conceituais, bem como, para realizar a atividade de resolução de problemas.

Verificou-se que ao longo das atividades os estudantes melhoraram seus textos de uma versão para outra, aumentaram a complexidade das relações propostas entre conceitos bem como a associação entre conceitos de diferentes áreas do conhecimento. Indicando que a recursividade na construção dos entendimentos sobre os conteúdos estudados minimizou essas dificuldades.

Pode-se afirmar que uma estratégia metodológica direcionada à resolução de problemas possibilitou aos estudantes, analisar um texto retirando dele informações pertinentes, mobilizar conhecimentos prévios necessários à resolução da situação problema e, com base nisso, estruturarem suas hipóteses. De maneira geral, essa estratégia permitiu uma maior autonomia dos estudantes na construção de sua aprendizagem.

Além disso, o trabalho integrado entre diferentes áreas do saber facilitou a compreensão dos temas trabalhados, assim como possibilitou a percepção, por parte dos estudantes, de relações entre áreas de conhecimento que de outra forma dificilmente poderiam ser percebidas.

Sumário

Apresentação	10
Big – Bang: da constituição dos elementos químicos à origem da vida	
Introdução.....	17
Metodologia.....	18
Resultados e discussões.....	21
Considerações Gerais.....	30
Referências Bibliográficas.....	31
Mapa conceitual como estratégia para a avaliação da rede conceitual estabelecida pelos estudantes sobre o tema átomo	
Introdução.....	34
Metodologia.....	36
Resultados e discussões.....	37
Considerações Gerais.....	46
Referências Bibliográficas.....	48
Estudo dos ciclos biogeoquímicos	
Introdução.....	49
Metodologia.....	50
Resultados e discussões.....	51
Considerações Gerais.....	61
Referências Bibliográficas.....	64
Anexos.....	66
Sherlock Holmes e o caso dos três – uma atividade de resolução de problemas	
Introdução.....	69
Metodologia.....	71
Resultados e discussões.....	72
Considerações Gerais.....	81
Referências Bibliográficas.....	83
Anexo.....	84
Considerações Finais	89
Referências Bibliográficas	96

Índice de Tabelas

Big – Bang: da constituição dos elementos químicos à origem da vida

Tabela 1: Respostas dadas as questões do estudo dirigido sobre o filme Big Bang.....24

Tabela 2: Termos/palavras/conceitos citados nos textos produzidos pelos estudantes.....27

Mapa conceitual como estratégia para a avaliação da rede conceitual estabelecida pelos estudantes sobre o tema átomo

Tabela 1: Análise dos mapas conceituais segundo a utilidade das conexões propostas.....38

Tabela 2: Análise dos mapas conceituais segundo a quantidade de conexões úteis.....40

Tabela 3: Análise das conexões classificadas como incompletas.....40

Estudo dos ciclos biogeoquímicos

Tabela 1: análise das duas versões escritas e desenhadas para o ciclo da água.....51

Tabela 2: análise das duas versões escritas para o ciclo do carbono.....56

Tabela 3: análise das duas versões escritas para o ciclo do nitrogênio.....59

Índice de Exemplos

Mapa conceitual como estratégia para a avaliação da rede conceitual estabelecida pelos estudantes sobre o tema átomo

Exemplo 1 – Mapa número 6.....	41
Exemplo 2 – Mapa número 2.....	42
Exemplo 3 (A) – Mapa número 26.....	43
Exemplo 3 (B) – Mapa número 26.....	44
Exemplo 4 (A) – Mapa número 24.....	45
Exemplo 4 (B) – Mapa número 24.....	46

Índice de Figuras

Estudo dos ciclos biogeoquímicos

Figura 1: primeira versão do texto – trabalho 19.....	53
Figura 2: segunda versão do texto – trabalho 19.....	53
Figura 3: primeira versão do texto – trabalho 27.....	58
Figura 4: segunda versão do texto – trabalho 27.....	58
Figura 5: primeira versão do texto – trabalho 09.....	60
Figura 6: segunda versão do texto – trabalho 09.....	61

Sherlock Holmes e o caso dos três – uma atividade de resolução de problemas

Figura 1: resposta do grupo 1 para a questão sobre testes químicos.....	72
Figura 2: resposta do grupo 1 para a questão sobre testes físicos.	72
Figura 3: hipóteses do grupo 1 para a solução do problema.....	73
Figura 4: resposta do grupo 1 para a questão sobre a gravidade da situação.....	74
Figura 5: resposta do grupo 2 para a questão sobre testes químicos.....	75
Figura 6: resposta do grupo 2 para a questão sobre testes físicos.....	75
Figura 7: hipóteses do grupo 2 para a solução do problema.....	76
Figura 8: resposta do grupo 2 para a questão sobre a gravidade da situação.	76
Figura 9: resposta do grupo 3 para a questão sobre testes químicos.....	77
Figura 10: resposta do grupo 3 para a questão sobre testes físicos.....	77
Figura 11 (A): hipóteses do grupo 2 para a solução do problema.....	78
Figura 11 (B): hipóteses do grupo 3 para a solução do problema.....	78
Figura 12: resposta do grupo 3 para a questão sobre a gravidade da situação.....	79

Índice de Desenhos

Estudo dos ciclos biogeoquímicos

Desenho 1: primeira versão gráfica do ciclo trabalho 19.....	54
Desenho 2: segunda versão gráfica do ciclo trabalho 19.....	54
Desenho 3: primeira versão e segunda versão do ciclo trabalho 22.....	55
Desenho 4: primeira versão e segunda versão do ciclo trabalho 06.....	55

APRESENTAÇÃO

Uma das justificativas para a inclusão do ensino das ciências da natureza como parte do currículo da educação básica em muitos países costuma ser a necessidade de proporcionar uma cultura científica mínima que permita aos estudantes compreender não somente o funcionamento do mundo natural, mas também os envolvimento que o avanço do conhecimento científico e tecnológico têm para a vida social do cidadão comum. E a Química, dentre as ciências da natureza, participa do desenvolvimento científico-tecnológico com importantes contribuições específicas, cujas decorrências têm alcance econômico, social e político (Pozo et al, 1998).

No entanto, na escola, de um modo geral, o indivíduo interage com um conhecimento químico essencialmente acadêmico, principalmente através da transmissão de informações, supondo que o estudante, memorizando-as passivamente, adquira o “conhecimento acumulado” (Becker, 2001; Chassot, 2003), além da apresentação dessa ciência como algo amoral e apolítico, feito por e para um grupo seletivo e fechado (Chassot, 1993; Lopes, Kruger e Del Pino, 2000; Loguercio e Del Pino, 2006). Com isso, não se possibilita aos estudantes uma visão mais ampla dos conteúdos que estão sendo desenvolvidos e, muito menos, lhes permite perceber a relação existente entre os conceitos elaborados nas diferentes disciplinas trabalhadas na escola.

Está posto que vivemos uma escola dissociada da realidade em que está inserida e continua-se com uma educação bancária (Freire, 1996) com conteúdos específicos em cada disciplina, sem “diálogo” entre as áreas de conhecimento e, conseqüentemente, sem proporcionar aos estudantes a percepção de que toda uma gama de conhecimentos previamente elaborados deve ser mobilizada cada vez que nos deparamos com uma situação nova a ser compreendida e/ou resolvida (Pérez Echeverría e Pozo, 1998).

Esta disparidade entre o que se espera da educação química em específico, como a criticidade, capacidade de análise de dados e proposição de hipóteses para a explicação/resolução dos problemas observados na nossa sociedade, por exemplo, e o que realmente acontece devido ao tipo de abordagem que esta disciplina tem na realidade escolar, como respostas simplesmente memorizadas sem qualquer contextualização, com a única finalidade de dar a resposta esperada pelo professor e sem grandes questionamentos

sobre a finalidade do estudo desses conceitos, faz questionar qual a finalidade deste tipo de ensino e que perspectivas são propostas para a mudança deste quadro.

Buscando contribuir para alcançar algumas mudanças neste quadro do ensino de Química, propôs-se uma estruturação curricular para essa disciplina com algumas integrações conceituais com a área de Biologia utilizando-se uma estratégia metodológica direcionada à resolução de problemas. Esta proposta foi objeto de investigação sobre a qual se passa a descrever as etapas de seu desenvolvimento.

Problema de pesquisa

Esta dissertação constitui-se de um estudo de caso onde se analisou se um trabalho interligado entre as disciplinas de Química e Biologia, promovia uma melhor aprendizagem dos conceitos de Química pelos estudantes numa proposta integradora destes componentes curriculares, bem como, se o uso de diferentes estratégias de ensino e aprendizagem, aplicadas durante o ano letivo, promovia uma melhor construção de conceitos pelos estudantes, e permitia inferências sobre como estes relacionam os conteúdos estudados em diferentes disciplinas escolares.

Sob a perspectiva de que aprender é uma atividade complexa, os professores elaboram atividades e as aplicam para, a partir delas, interagir com um conjunto de estudantes e promover que esses se apropriem do conhecimento que se propôs a ensinar (Gómez Moliné, 2007).

Nesse sentido entende-se que quanto mais diversificadas as atividades propostas tanto mais chances de que os estudantes se envolvam nessas e maior a possibilidade de que a aprendizagem se dê.

Contexto de realização da pesquisa

As informações e dados utilizados para fazer esta análise foram obtidos durante a aplicação de uma proposta curricular, para disciplina de química, em uma turma de primeiro ano do Ensino Médio, da rede estadual de ensino, do turno da manhã, formada por 34 estudantes, com faixa etária entre quatorze e dezesseis anos, no município de Novo Hamburgo/RS, onde a mestranda é a professora regente de classe, da disciplina de Química.

Em reuniões prévias entre as professoras de Química e de Biologia foram estabelecidos os conteúdos dessas disciplinas a serem trabalhados nesta série, de modo que houvesse uma integração destes componentes curriculares. A disciplina de Biologia foi escolhida pela facilidade de contato com a professora dessa área e pela disposição da mesma em participar desse projeto.

A organização temporal dos conteúdos de Química foi feita segundo a tabela a seguir, onde são indicados os conteúdos estudados, as atividades propostas para cada um deles bem como os objetivos e a carga horária dedicada a cada uma dessas atividades.

Para a tabela a seguir a legenda é:

A – atividade desenvolvida

O – objetivo dessa atividade

C.H. – carga horária utilizada para o desenvolvimento

Q/B – integração entre as disciplinas de Química e Biologia

R.P. – atividade de resolução de problemas

I.C – integração conceitual

Sequência		Atividade/Objetivo/C.H.	Proposta
1	Esclarecimentos sobre o funcionamento da disciplina; Retomada de conceitos vistos anteriormente (8ª série).	<p>A - Construção com os estudantes de lista de conceitos que lembravam de ter estudado no ano anterior, na disciplina de ciências, relacionados à química (2h/a)</p> <p>O - Verificar quais conceitos os estudantes lembravam-se de ter estudado e se e de que maneira relacionavam esses conceitos.</p>	
2	Filme: “ Cosmic Voyage ” (escrito e dirigido por: Bayley Silleck; produtor executivo: National Air e Space Museum Gwendolyn K. Crider).	<p>A - Estudantes copiaram estudo dirigido sobre o filme e assistiram ao mesmo. (4h/a)</p> <p>O – Trabalhar com os estudantes a teoria do Big Bang como formação dos elementos químicos, formação do átomo (do que é constituído). Importância dos elementos para formação do Universo; origem da Terra e da vida nela.</p>	Q/B I.C.
3	Big Bang – Formação dos elementos químicos	<p>A - Aulas expositivas. (6h/a)</p> <p>O – Trabalhar com estudantes como se formaram os elementos químicos a partir do modelo Big-Bang, noções de fusão nuclear e energia envolvida. Importância dos elementos para formação do Universo; origem da Terra e da vida nela.</p>	
4	Estudo da Tabela Periódica	A₁ – Estudantes foram divididos em duplas para realizarem pesquisa sobre elementos químicos, nesta deveriam constar: propriedades químicas e físicas dos elementos, importância econômica e biológica,	Q/B

		<p>aplicações. (1h/a)</p> <p>O₁ – Proporcionar aos estudantes a atividade de pesquisa e de trabalho colaborativo.</p> <p>A₂ – Estudo da Tabela periódica com breve histórico, organização em grupos/famílias e períodos/séries, classificação dos elementos: metais, ametais e gases nobres. (5h/a)</p> <p>O₂ – Elaboração das noções de classificação dos elementos e regularidade de propriedades.</p> <p>A₃ – Estudantes apresentaram na forma de seminário as suas pesquisas. (6h/a).</p> <p>O₃ – Oportunizar aos estudantes a socialização dos conhecimentos construídos.</p> <p>A₄ – Foi pedido aos estudantes, com base em tudo o que foi discutido em aula, que refizessem o questionário sobre o filme. (2h/a)</p> <p>O₄ – Verificar se havia um aprofundamento/ampliação nas respostas propostas na primeira versão.</p>	
5	Hortênsias	<p>A - Estudantes formaram trios, para estudo das hortênsias, realizado pré-teste com discussão e posterior síntese das respostas. (2h/a)</p> <p>O – Esta atividade foi planejada para durar deste ponto até o fim do ano onde seria feita a resolução de problema com o estudo da cor das hortênsias. O objetivo era de analisar a importância e constituição dos nutrientes para a planta, e a influência do pH na coloração desta.</p>	Q/B I.C.
6	Determinação da acidez de alguns materiais	<p>A - Realizada aula prática em que, com o auxílio de indicadores e substâncias “padrões”, foram determinadas se substância do cotidiano dos estudantes eram ácidas ou básicas. (2h/a)</p> <p>O – Alguns estudantes após o pré teste já haviam pesquisado e questionado a influência do pH na coloração das hortênsias, sendo pertinente trabalhar a escala de pH com estes e uma primeira classificação de ácidos e bases.</p>	
7	Ligações químicas	<p>A - Aulas expositivas e resolução de perguntas sobre esses conceitos. (10h/a)</p> <p>O – Modelo simplificado de ligações químicas baseado na “estabilidade” dos gases nobres. Tipos de ligações e propriedades.</p>	
8	Mapa conceitual	<p>A - Estudantes construíram mapa conceitual sobre os conteúdos já trabalhados até então. (2h/a)</p> <p>O – Verificar/acompanhar quais os conceitos construídos pelos estudantes e de que maneira os mesmos se relacionam.</p>	I.C.
9	Ciclos da matéria	<p>A₁ - Foram trabalhados três ciclos: água, carbono e nitrogênio. Para cada ciclo foi apresentada uma representação gráfica e pedido que os estudantes</p>	Q/B I.C.

		<p>fizessem um texto/esquema e representação gráfica do que haviam entendido e depois o ciclo era explicado e discutido e se pedia que uma nova versão fosse construída. (10h/a)</p> <p>O₁ – Verificar/acompanhar quais as concepções prévias dos estudantes e a capacidade destes de interpretar um esquema e, se com a discussão em aula havia um aporte de conceitos e relações para um aprofundamento no entendimento do ciclo.</p> <p>A₂ – Exercícios sobre os ciclos da matéria. (2h/a)</p> <p>O₂ . Verificar se os estudantes eram capazes de mobilizar os conceitos “aprendidos” sobre os ciclos para resolver as questões.</p> <p>Obs.: esta atividade foi realizada sem a presença da professora em sala de aula.</p>	
10	Sherlock Holmes e o caso dos Três	<p>A - Atividade de resolução de problemas que incluía a leitura de um texto em que um “mistério” deve ser resolvido com aplicação de conhecimentos de química. (6h/a)</p> <p>O – Verificar se os estudantes eram capazes de mobilizar os conceitos “aprendidos” tanto ao longo deste ano, bem como conceitos construídos na série anterior, e se eram capazes de buscar por respostas e levantar hipóteses de maneira autônoma.</p>	R.P.
<p>A carga horária anual da disciplina de química é de 80h, as atividades propostas somam 60h, uma vez que atividades como inter séries, conselho de classe participativo, desfile cívico, visita de estudos propostas por outra(s) disciplina(s) e atendimento do SOE ocorreram nos dias da semana destinados a esta disciplina.</p>			

Das atividades propostas na tabela anterior serão avaliadas na dissertação as de números: 3 (CAPÍTULO 1), 8 (CAPÍTULO 2), 9 (CAPÍTULO 3) e 10 (CAPÍTULO 4) uma vez que essas atividades foram diferenciadas em relação a metodologia utilizada, que privilegiava um envolvimento maior dos estudantes na construção e compreensão de conceitos fundamentais da Química. A atividade de número 5 não pôde ser analisada uma vez que algumas das hortênsias morreram ao longo do ano e nenhuma delas deu flor, condição necessária para a proposta do problema da influência do pH do solo na coloração da flor.

O capítulo 1 aborda a utilização de recurso audiovisual para trabalhar com conceitos e teorias abstratos, a fim de que as simulações e imagens por ele apresentadas pudessem facilitar a compreensão, por parte dos estudantes. No vídeo apresentado à turma são abordados assuntos como a teoria do Big Bang, e, a partir desta, os modelos de formação dos elementos químicos, constituição de estrelas, surgimento do nosso planeta e

posteriormente de vida nele entre outros temas. Para tanto foi elaborado um estudo dirigido e solicitou-se aos estudantes que, ao final, produzissem um texto com seus entendimentos sobre o filme.

Para a análise das respostas a essas questões fez-se uma categorização das mesmas, tanto daquelas apresentadas na primeira quanto na segunda versão do material produzido, ou seja, as respostas dadas logo depois que os estudantes assistiram ao vídeo e aquelas apresentadas após as discussões em sala de aula e questionamentos sobre seus trabalhos originais.

Quanto aos textos, produzidos pelos estudantes, dado o grande volume de informação, fez-se uma análise textual (Moraes e Galiuzzi, 2007) apenas da segunda versão, uma vez que essa apresentou melhorias com relação à primeira.

No capítulo 2 procurou-se analisar a capacidade dos estudantes de integração de conceitos através da avaliação de mapas conceituais produzidos pelos mesmos. O embasamento teórico relacionado ao uso de mapas conceituais está fundamentado na Teoria de Aprendizagem ou Teoria de Assimilação, de David Ausubel. A escolha desta estratégia ocorreu pelo fato de o mapa conceitual proporcionar um mapa esquemático, uma agrupação holística de todo o aprendido (Mancini, 1996). Nessa perspectiva, através da análise do material produzido pelos estudantes foram realizadas inferências sobre a capacidade de relacionar conceitos e em que grau essas relações ocorrem.

Este capítulo foi reorganizado na forma de um artigo com o título “Mapa conceitual como estratégia para a avaliação da rede conceitual estabelecida pelos estudantes sobre o tema átomo”, que foi apresentado como comunicação oral no 2º Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa (ENAS), fazendo parte como trabalho completo nos anais do evento e também publicado na Revista Experiências em Ensino de Ciências, volume 3, número 1, 2008.

No terceiro capítulo, foi analisada a atividade em que os ciclos da matéria (água, carbono e nitrogênio) foram trabalhados concomitantemente nas disciplinas de Química e Biologia, a fim de que os estudantes pudessem perceber as relações existentes entre fatores bióticos e abióticos, com o olhar de cada uma das áreas que os estuda. Para analisar de que maneira os estudantes entenderam esse estudo solicitou-se que eles descrevessem cada um dos ciclos com suas palavras, antes e depois da discussão dos mesmos em aula, salientando o que achassem importante, bem como, para o ciclo da água, fizessem uma versão gráfica

própria do mesmo. A análise baseou-se nas diferenças apresentadas entre a primeira versão produzida pelos estudantes e aquela proposta após as discussões em sala de aula, buscando verificar complexificação de conceitos.

No capítulo 4 aborda-se a aplicação de uma atividade de resolução de problemas. A escolha dessa estratégia se deve a observação, em sala de aula, de que os estudantes estão acostumados a um volume muito grande de informações, mas têm dificuldade de fazer relações entre as informações disponíveis (principalmente em diferentes áreas do conhecimento), analisar criticamente dados e textos além de se sentirem constrangidos com a formulação de hipóteses “erradas”.

Assim, com o uso desta metodologia pretendeu-se propiciar aos estudantes o desenvolvimento da competência para resolver problemas de qualquer natureza: compreender uma situação, analisar e selecionar os dados, mobilizar conhecimentos, formular estratégias de maneira organizada e validar os resultados, além de fomentar nestes a disposição para o trabalho (individual e coletivo), a criatividade, a autoconfiança, a responsabilidade quanto às próprias metas, entre outras atitudes. Nessa atividade analisou-se a resolução proposta por três grupos da turma em que algumas comparações são realizadas segundo os critérios para avaliar o domínio de cada uma das fases de solução de problemas propostos por Pozo e Gomez Crespo (1998).

BIG – BANG: DA CONSTITUIÇÃO DOS ELEMENTOS QUÍMICOS À ORIGEM DA VIDA

Introdução

Muito embora a linguagem ocupe lugar privilegiado como instrumento simbólico de mediação por seu papel tanto representativo quanto de comunicação (Coll e Onrubia, 1998), o papel de diferentes sistemas de signos utilizados nas aulas de ciências tem sido objeto de estudo nos últimos anos, uma vez que a comunicação multimodal, entendida aqui como aquela que faz uso de diferentes modos de comunicação, sejam eles a linguagem, imagens, animações, entre outros, está cada vez mais acessível (Márquez, Izquierdo, e Espinet, 2003).

A entrada da linguagem do audiovisual na escola trouxe consigo novos modos de ensinar, possibilidades de perceber e compreender (Alves, 2001).

Desde o início da difusão do ‘cinema como diversão’, filmes foram sendo utilizados também como material didático, particularmente no ensino de ciências. Sequências de imagens sobre a reprodução animal, sobre ciclos de vida das plantas, explosões vulcânicas ou sobre eclipses solares ajudavam a tornar currículos mais interessantes e explicações mais compreensíveis (Oliveira, 2006).

Além disso, o uso de filmes pode ser um elemento motivador, já que nossos alunos vivem numa cultura onde a habilidade visual e a de processar informações são constantemente exercitadas. Isto pode significar um grande avanço no sentido de conseguirmos captar a atenção do aluno, bem como despertar a sua curiosidade com relação à Ciência (Clebsch e Mors, 2004).

No caso desta atividade, o recurso audiovisual foi empregado para trabalhar com conceitos e teorias abstratos, a fim de que as simulações e imagens por ele apresentadas pudessem facilitar a compreensão, por parte dos estudantes, dos temas abordados.

Este capítulo apresenta a análise de uma das estratégias utilizadas durante a realização de um projeto que propõe um trabalho interligado entre as disciplinas de Química e Biologia. Um dos objetivos deste projeto é investigar se há uma aprendizagem dos conceitos de química pelos estudantes numa proposta integradora destes componentes curriculares.

Nesta atividade, a primeira realizada com a turma, os estudantes assistiram a um documentário, COSMIC VOYGE (1996), em que são abordados assuntos como a teoria do Big Bang, e, a partir desta, os modelos de formação dos elementos químicos, constituição de estrelas, surgimento do nosso planeta e posteriormente de vida nele entre outros temas.

Nossa proposta com esta atividade era apresentar esta teoria aos estudantes de uma forma simplificada, uma vez que o uso do vídeo e das simulações por ele propostas poderiam facilitar o entendimento sobre o tema e permitir o debate sobre os conceitos abordados no filme.

Para tanto foi elaborado um estudo dirigido, constituído de treze questões, que abordavam desde o Big Bang, formação de galáxias, até o desenvolvimento de vida na Terra, envolvendo tanto questões químicas como biológicas.

Além das questões, solicitou-se aos estudantes que, ao final, produzissem um texto com seus entendimentos sobre o filme.

A constituição das ciências naturais e de seus conceitos pode também ser entendida como uma construção semântica, sustentando-se no significado compartilhado de determinadas palavras. Na escola, estas palavras, através das quais procuramos aproximar o/a aluno/a da realidade que a ciência constrói, devem partir do pressuposto que este é um processo comunicativo que implica a existência de um conjunto de significados socialmente compartilhados, que se apresentam nas salas de aula, sustentados em interações verbais (Lopes e Dulac, 1998). Com base nisso analisaram-se os textos escritos pelos estudantes a fim de analisar os significados propostos por estes e de que maneira eram compreendidos e/ou compartilhados aqueles propostos pelo filme.

Metodologia

Num primeiro momento as questões propostas foram passadas aos estudantes e, de posse destas, eles assistiram ao vídeo. E foi combinado que esses entregariam as questões prontas no encontro seguinte.

Neste, após a entrega dos trabalhos pelos estudantes, iniciou-se, na aula de química, o estudo da formação dos elementos químicos a partir da teoria do Big Bang e questionamentos apresentados pelos estudantes foram debatidos.

De posse disso, realizou-se a leitura das produções (respostas às questões) dos estudantes e foram apontados outros questionamentos sobre conceitos incompletos com a

finalidade de possibilitar aos estudantes que compreensões equivocadas, conceitos pouco desenvolvidos e informações erradas fossem revistas e um novo material fosse produzido com base nesses novos questionamentos e nas discussões em sala de aula.

Segundo Demo (2005) o aluno precisa elaborar material escrito toda a semana – esse requisito é fundamental, ainda que não cabal, nem exclusivo. Em vez de ficar escutando o professor, tomando nota do que diz ou escreve no quadro, copiar a apostila ou o livro didático, o aluno deve ser levado a produzir textos próprios.

A oportunidade da reescrita tinha o intuito de promover nos estudantes a prática de desenvolverem a escrita como forma de estudo, ou seja, que nesse processo de reescrita os estudantes fossem se apropriando do conhecimento, organizando suas idéias sobre o tema, aprofundando questões e percebendo dificuldades existentes.

Para este artigo fez-se um recorte das questões que mais diretamente tratavam de conceitos químicos e foram analisadas as modificações nas respostas dos estudantes de uma versão para outra de sua produção, bem como, realizou-se uma análise discursiva textual (Moraes e Galiazzi, 2007) das produções escritas finais elaboradas pelos estudantes.

As questões analisadas aqui são:

1) Quando, no filme, fala sobre o microscópio e há uma imagem cada vez mais próxima de uma molécula de DNA, o que chama sua atenção nesta imagem?

Com esta questão tentamos perceber se os estudantes observavam a constituição de uma molécula de DNA por átomos de diferentes elementos químicos, se observavam a forma espiralada da estrutura e que há movimentação constante dos átomos que constituem.

2) Explique com suas palavras a frase “os elétrons parecem estar em todos os lugares ao mesmo tempo”.

Nesta questão tentamos perceber que “modelo” os estudantes propõem para a eletrosfera e se estes conseguiram observar que na imagem mostrada no vídeo o modelo é de nuvem eletrônica.

3) Quais são as partículas que constituem o núcleo atômico?

4) Que partículas formam os prótons e os nêutrons?

5) O que você pode dizer da massa de um átomo?

Este conjunto de questões procurava identificar se os estudantes relacionavam o modelo apresentado no filme com o que eles já haviam estudado no ensino fundamental e que conceitos apresentados nessa mídia eram “assimilados”.

6) O que ocorre após o Big Bang?

O filme aborda o resfriamento e expansão como condições para que os quarks pudessem se combinar formando prótons e nêutrons e esses, atraindo os elétrons, constituíssem os átomos dos diferentes elementos químicos. A idéia nesse questionamento era identificar qual o entendimento dos estudantes sobre esse assunto.

7) O que acontece para que as primeiras espécies de vida possam surgir na Terra?

8) Quais os “ingredientes básicos” para a existência de vida na Terra citados pelo documentário?

Com essas questões queríamos observar o entendimento dos estudantes sobre a teoria de Oparin que foi abordada no filme e que posteriormente seria trabalhada na disciplina de biologia dentre as demais teorias de origem da vida.

Para a análise das respostas a essas questões fez-se uma categorização das mesmas, tanto daquelas apresentadas na primeira quanto na segunda versão do material produzido, ou seja, as respostas dadas logo depois que os estudantes assistiram ao vídeo e aquelas apresentadas após as discussões em sala de aula e questionamentos em seus trabalhos originais.

Quanto ao material escrito, produzido pelos estudantes, dado o grande volume de informação, fez-se uma análise textual apenas da segunda versão, uma vez que essa apresentou melhorias com relação à primeira.

Conforme proposto por Moraes e Galiazzi (2007), realizou-se uma primeira leitura dos textos de maneira a perceber que palavras apareciam e essas foram quantificadas. Posteriormente essas foram divididas em categorias segundo as relações apontadas pelos estudantes entre essas palavras, por exemplo, reuniram-se as palavras mais relacionadas ao próprio evento do Big Bang em uma categoria, em outra, as palavras relacionadas à origem da vida na Terra, posteriormente aquelas que envolviam conceitos diretamente relacionados à Química e, na quarta categoria, aquelas que, segundo as considerações nos textos, nos pareceram mais relacionadas com fatos históricos da Ciência. Posteriormente, segundo essa categorização, analisa-se que tipo de visão esse filme provocou nos estudantes sobre Ciência e os assuntos abordados.

Resultados e discussões

Para a discussão, cada uma das questões do estudo dirigido é abordada de maneira individual, apresentando-se as respostas apresentadas pelos estudantes.

Este primeiro grupo de respostas se refere à primeira versão elaborada pelos estudantes e há, para cada uma a quantidade de alunos que a utilizou.

Questão 1:

A – O DNA contem o código de reprodução da maioria dos organismos do planeta (10)

B – As bolinhas tremendo/os movimentos (4)

C – As moléculas do DNA por estarem em movimento (4)

C' – A molécula de DNA se movimentando (4)

D – Todo o sistema no DNA é muito complexo (3)

E – O que chama a atenção é o jeito que é um DNA (1)

F – Forma espiral do DNA (2)

G – Vemos de perto as coisas para conhecer melhor (1)

Questão 2:

A – O núcleo tem elétrons e no resto do corpo/organismo também (3)

B – Por serem tão pequenos e também por serem muitos/em grande número (12)

C – Tem energia em tudo até mesmo um simples fio de cabelo por isso a observação (1)

D – Os elétrons parecem ser os mesmos, porém em lugares diferentes (4)

Questão 3:

A – Prótons e nêutrons (22)

A' – Quarks se combinaram a prótons e nêutrons formando os elétrons (2)

B – Prótons e elétrons (1)

Questão 4:

A – quarks (18)

Questão 5:

A – Que existe muita massa (2)

B – Que é a massa de um número (1)

C – É a soma do número de prótons e nêutrons existentes no núcleo (2)

Questão 6:

A – O espaço se rompeu em uma explosão energética radiante (20)

B – O Universo começa a expandir e resfriar (18)

C – Essa energia se combina com prótons, nêutrons e elétrons se transformando em um disco, depois os discos começam a se unir e daí então surgem os planetas (2)

D – A bruma se dissipa e o planeta se expande e congela (1)

Questão 7:

A – Uma evolução (1)

B – De alguma forma as moléculas existentes na água se juntaram formando as primeiras espécies (4)

C – Super novas espalham os elementos da vida (1)

D – A Terra foi evoluindo e obtendo habitat aos devidos seres vivos e se desenvolvendo ao longo dos anos que passaram (10)

E – Cianobactérias soltavam vagarosamente diminutas bolhas de O₂ mudando a atmosfera profundamente (3)

E' – Oxigênio (2)

Questão 8:

A – Água, carbono e energia (16)

A' - Água, fogo, carbono e energia (3)

B – Água, fogo e energia (2)

C – Oxigênio, carbono e ferro (1)

C' – Oxigênio, água, carbono e ferro (1)

D – Gás e poeira (1)

A fim de observar se houve modificação na escrita dos estudantes também se elencou as respostas dadas na segunda versão elaborada pelos estudantes após terem recebido seu material de volta e nas aulas de Química e Biologia terem discutido conceitos apresentados no filme.

Questão 1:

A – O DNA contem o código de reprodução da maioria dos organismos do planeta (2)

B' – Os átomos tremendo (1)

C – As moléculas do DNA por estarem em movimento (8)

C' – A molécula de DNA se movimentando (6)

E – O que chama a atenção é o jeito que é um DNA (1)

F – Forma espiral do DNA (7)

H – As moléculas de DNA devem ser longas, elas são todas alinhadas em uma sequência precisa e correta (1)

I – Molécula longa (1)

Questão 2:

B – Por serem muitos/em grande número (7)

D – Os elétrons parecem ser os mesmos, porém em lugares diferentes (1)

E – São muitos elétrons em todos os lugares ao mesmo tempo (1)

F – Os elétrons estão em muitos lugares e estão presentes em cada lugar a qualquer hora/em qualquer tempo sempre juntos (6)

F' – Elétrons estão sempre juntos (1)

G – Estão em todos os lugares (3)

H – Todas as coisas têm muitos elétrons (1)

H' – Todos os seres, objetos e etc. terem energia elétrica (1)

I – Porque muitos elétrons estão em um só lugar no mesmo tempo (1)

J – Elétrons são partículas que estão nos eletrodomésticos (1)

K – Estão em todos os lugares como nos eletrodomésticos, no nosso corpo (e principalmente nas células). (2)

Questão 3:

A – Prótons e nêutrons (16)

A' – Quarks se combinaram a prótons e nêutrons formando os elétrons (2)

B – Prótons e elétrons (1)

Questão 4:

A – Quarks (17)

Questão 5:

C – É a soma do número de prótons e nêutrons existentes no núcleo (5)

D – Impossível de ver a olho nu (4)

Questão 6:

A – O espaço se rompeu em uma explosão energética radiante (10)

B – O Universo começa a expandir e resfriar (11)

B' – O Universo se expande (1)

C – Essa energia se combina com prótons, nêutrons e elétrons se transformando em um disco, depois os discos começam a se unir e daí então surgiu os planetas (3)

D – A bruma se dissipa e o planeta se expande e congela (1)

E – Começa a se formar o Universo como é hoje (1)

Questão 7:

A – Uma evolução (3)

A' – Uma revolução (1)

B – De alguma forma as moléculas existentes na água se juntaram formando as primeiras espécies (12)

D – A Terra foi evoluindo e se desenvolvendo ao longo dos anos que passaram (2)

E – Cianobactérias soltavam vagarosamente diminutas bolhas de O₂ mudando a atmosfera profundamente (1)

Questão 8:

A – Água, carbono e energia (17)

A'' – Água e energia (2)

A''' – Água e carbono (1)

As respostas dadas por cada estudante para as questões anteriormente comentadas são apresentadas na tabela a seguir, sendo NR a codificação para a não realização da segunda versão desta atividade e as não marcações indicam que a questão não foi respondida.

Trabalhos	1ª versão								2ª versão							
	Questões								Questões							
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
1	A		A			A		A	A/C/F	B/F/G	A	A	D	B	B	A
2	B	A	A			A/C	A	C'	B'		A			A/C	A	A'''
3	A	B	A	A	A	B	B				A	A		B	B	A
5	C	C	A	A		D	B	D	C	H'	A	A		D	B	A
6	A	A	A			A/C	C	A	C'/F	K	A'	A		A/C	A	A
7	C	B	A			A/B	D	A	C/F	B/K	A	A	D	B	B	A
8	A	B	A	A		A/B	B	A	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
9	D	B	A			A/B	D	B	H	F	A	A	D	A	B	A''
11	B		A	A		A/B		A	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
12	A/C'/F	A	A'	A		A/B	E	B	C'/F	J	A'	A		A/C	A'	A''
13	C	B	A			A/B	D	A	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
14	C'		A	A	B	A/B	E'	C	C	F	A	A	C	A/B	B	A
16	E		A	A	C	B	E'	A	E	B/F	A	A	C	B	B	A
18	C	D	A	A		A	D	A	C	I	A	A		E	A	A
22	D	B	B			B	D	A		B	B			B'		A
23	G	B	A'	A		A	E	A'	C'/F	B/G	A	A		A	E	A
24	A/C'	B/D	A	A		A/B	D	A'	C'/F	B/D				B	D	A
25			A	A		B		A		H	A	A		B	B	A
26	B	B	A	A		A/B		A	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
27	A		A	A		A/B	D	A	C	B/G	A	A	C	A/B	B	A
28	A/C'/F	B/D	A	A		A/B	E	A	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
29	B	B/D	A	A	A	A/B	D	A'	C	E	A	A		A	D	A
31	A		A	A	C	A/B	B	A	C	F	A	A	C	A/B	B	A
34	A		A	A		A/B	D	A	C	F	A	A	C	A/B	B	A
36	D	B	A	A		A	D	A	A/C'/F/I	F	A	A	D	B	B	A

Tabela 1: Respostas dadas as questões do estudo dirigido sobre o filme Big Bang

Na primeira pergunta fez-se o questionamento baseado na imagem, mas percebe-se que os estudantes ficaram muito mais presos à legenda, que informava que o DNA contém o código de reprodução da maioria dos organismos do planeta. Dos vinte e oito estudantes, dez (cerca de 36%) comentam isso como sendo o que mais lhes chama a atenção. Doze estudantes apontam a movimentação da molécula o que representa 43% do total, mas, dentre estes, quatro estudantes se referem a “bolinhas”, muito provavelmente não tendo clareza sobre a formação da molécula por átomos, ou do significado desses conceitos, ou ainda, necessitando se apropriar de uma linguagem própria dessa área de saber.

Oito estudantes (cerca de 29%) comentam a molécula de DNA em movimento. Neste grupo fez-se uma diferenciação entre os estudantes que citam a molécula no singular (seis) ou no plural (oito), uma vez que apenas uma molécula de DNA era apresentada numa “imagem” cada vez mais próxima. A referência a “moléculas” também pode ser um indicativo de que os estudantes não tenham esse conceito muito bem construído, possivelmente não conseguindo fazer diferenciação entre molécula e átomo.

Apenas dois estudantes comentam a forma espiralada desta molécula e as demais respostas dos estudantes são bastante vagas.

Já na segunda versão percebe-se um aumento no número de estudantes que centram suas respostas em considerações como: a movimentação da(s) molécula(s) de DNA e na forma espiralada de sua estrutura. Também se percebe um aumento de complexidade nas respostas pela citação de mais de uma característica observada, por um número maior de estudantes que na primeira versão.

Na questão dois, as concepções apresentadas pelos estudantes são vagas e estão muito distantes do que se tem como compreensão da constituição da matéria.

Além disso, quando da leitura das respostas da primeira versão, solicitou-se aos estudantes que aprofundassem suas respostas ao reescreverem o material. É possível considerar que, encontrando dificuldades na compreensão desse conceito e na explicitação de seu entendimento, o estudante tenha tentado corrigir seu trabalho buscando novas respostas, o que poderia ser indicado pelo aumento de quatro tipos de respostas para onze.

Quanto ao conjunto das questões 3 a 5 percebe-se um aumento, ainda que pequeno, na complexificação das respostas, principalmente no que se refere à questão número cinco. A diminuição do número de respostas é resultado da não realização desta questão ou da

segunda versão como um todo. Mas os dados permitiram verificar que este conteúdo deveria ser retomado com a turma.

Na questão seis, na qual se pergunta sobre o que ocorreu logo após o Big Bang, também são percebidos poucos avanços, o que, assim como as questões anteriores, levou a uma retomada deste assunto com a turma.

Para a questão de número sete (O que acontece para que as primeiras espécies de vida possam surgir na Terra?) também aumenta o número de estudantes com respostas que parecem indicar uma complexificação das respostas, aumentando de quatro para doze o número de estudantes que tem suas respostas relacionadas à teoria de Oparin.

Quanto à questão oito percebe-se que aumenta o número de estudantes que passa a apresentar a resposta esperada na segunda versão, o que corrobora com o que foi observado na questão anterior.

Após a análise das respostas às perguntas do estudo dirigido realizou-se uma análise textual do material produzido pelos estudantes a fim de identificar quais concepções apareciam em suas produções escritas, que informações mostradas no vídeo mais chamaram a atenção deles e o que se poderia considerar a partir daí.

Num primeiro momento elencaram-se quais as palavras/conceitos/informações apareciam em cada um dos textos e posteriormente essas foram categorizadas conforme descrito na metodologia. Os dados desta análise estão na tabela a seguir:

TERMOS QUE APARECEM NOS TEXTOS		1	2	3	5	7	9	12	14	16	18	22	24	27	29	31	36		
B i g B a n g	Big Bang	X	X	X		X	X		X	X	X	X			X	X	X	12	
	Explosão				X		X		X	X					X		X	6	
	Matéria e energia acumulados									X								1	
	Universo (surgimento)			X			X			X				X				4	
	Expansão e resfriamento do universo			X			X		X				X					4	
	Campo Gravitacional										X							1	
	Galaxias				X	X	X									X		4	
	Distanciamento das galáxias													X				1	
	Sistema solar				X	X												2	
	Estrelas (formação)	X								X	X				X			4	
	Estrelas (morte)			X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	13
	Combustível			X		X				X			X	X			X	X	7
	Hidrogênio					X					X								2
	Hélio			X								X							2
Somatório do número de termos abordados na primeira categoria		2	1	6	3	6	6	1	6	5	6	3	4	3	4	3	4	63	
O r i g e m d a v i d a n a T e r r a	Meteoros		X															1	
	Chuva ácida		X															1	
	Origem do planeta		X	X	X													3	
	Vida na Terra																X	1	
	Teoria da Evolução				X												X	2	
	Teoria de Oparin					X												1	
	Teoria Criacionista				X													1	
	Elementos/ingredientes básicos da vida									X	X		X			X		4	
	Oxigênio		X	X			X											3	
	Carbono									X			X					2	
	Ferro											X						1	
	Água									X		X						2	
	Energia									X		X						2	
	Bactérias (cianobactérias)			X			X							X		X		4	
	Algas (verdes)			X											X			2	
	Seres Vivos	X													X			2	
	Plantas		X												X			2	
	Animais		X												X			2	
	Conchas e esqueletos														X			1	
	DNA (molécula)	X		X			X		X				X		X		X	7	
movimento do DNA		X						X						X		X	4		
Código de reprodução			X										X		X		3		
Somatório do número de termos abordados na segunda categoria		2	9	4	3	1	3	0	6	1	1	4	3	5	5	0	4	51	
Q u i z a	Proposta de formação dos elementos a partir do Big Bang										X							1	
	Átomos	X														X		2	
	Fusão nuclear										X							1	
	Núcleo Atômico		X							X								2	
	Prótons			X		X				X		X	X					5	
	Nêutrons			X		X				X		X	X					5	
	Elétrons					X									X			2	
	Quarks					X					X				X			3	
Somatório do número de termos abordados na terceira categoria		1	1	2	0	4	0	0	0	0	6	0	2	4	1	0	0	21	
H C i s t ó r i c o	Galileu Galilei								X	X						X		3	
	Telescópio	X							X	X						X		4	
	O quanto se pode ver do universo												X					1	
	Transformações no mundo desde a descoberta do telescópio								X	X						X		3	
	Pessoas admiravam o céu e davam nomes às estrelas									X								1	
	Microscópio em uso							X		X						X		3	
	Diversidade de vida em uma gota d'água									X						X		2	
Somatório do número de termos abordados na quarta categoria		1	0	0	0	0	0	1	3	6	0	0	1	0	2	3	0	17	
Somatório Total do número de termos abordados		6	11	12	6	11	9	2	15	12	13	7	10	12	12	6	8	152	

Tabela 2: Termos/palavras/conceitos citados nos textos produzidos pelos estudantes.

Num primeiro momento quantificou-se o número de termos enquadrados em cada uma das categorias. Percebe-se que na categoria intitulada Big Bang ao todo são citadas catorze palavras, totalizando sessenta e três citações. Esse elevado número pode estar relacionado ao fato deste assunto ser o tema abordado durante mais tempo no filme e

também da quantidade de informações novas trazidas, num assunto raramente discutido na escola.

Na categoria origem da vida na Terra são cinquenta e uma citações, num universo de vinte e duas palavras. Percebe-se também um elevado número de citações e é a classe com maior número de palavras citadas. Isso pode ser atribuído ao fato de que ensino de ciências trata desse tema desde o ensino fundamental, ainda que com outra forma de abordagem e com outro nível de profundidade/complexidade, o que pode ter servido de aporte para um aprofundamento da aprendizagem dos estudantes.

São vinte e uma citações para termos relacionados à Química, num total de oito palavras, estando estas relacionadas a perguntas bastante específicas do estudo dirigido, e dezessete citações para as sete palavras da categoria de caráter histórico, onde as relações propostas pelos estudantes possibilitam algumas considerações sobre a visão que estes apresentam sobre a Ciência.

No primeiro grupo foram colocados aqueles termos relacionados com o Big Bang e “suas conseqüências” até a formação do nosso Planeta. Analisando-se o material produzido observa-se que a noção de tempo e de constituição da matéria pelos estudantes não dá conta de entender a formação do Universo como um processo lento, com múltiplos eventos envolvidos. A seguir são citadas, literalmente, frases retiradas dos textos produzidos pelos estudantes, que evidenciam isso.

“Logo depois que acabou o Big Bang o mundo começou a se expandir e esfriar. Gerando o nosso novo mundo.” (trabalho 3). A partir dessa frase pode supor-se, por exemplo, que o estudante entende que o resfriamento e a expansão ocorridos após o Big Bang são processos rápidos pelo uso do termo logo e que o estudante atribui somente a esses dois processos “a geração” disso que ele chama de novo mundo, entendendo por essa expressão o surgimento de galáxias, planetas, etc.

“Achei interessante também sobre as estrelas a forma como elas morrem que é algo que eu não sabia. Elas tem seu combustível (hidrogênio) e gastam todo ele e logo após morrem...” (trabalho 9). Mais uma vez a utilização do termo logo pode indicar que não é claro para esta estudante a noção de tempo envolvida nesse processo. Assim como não fica explicitada por ela de que maneira é gasto esse combustível. É importante ressaltar que o termo morre aparece no filme, com o significado de deixar de existir enquanto estrela.

“Uma estrela quando se forma consiste em Hidrogênio e Hélio criados no Big Bang.” (trabalho 18). Também esse exemplo pode indicar que não ficou claro para o estudante o tempo e os diversos processos envolvidos, desde o Big Bang até a formação destes elementos e que os mesmos não são gerados “espontaneamente” durante o Big Bang.

“O que eu achei mais interessante no filme foi como morre uma estrela, que eu não sabia...” (trabalho 12) e “... a parte em que fala como morre uma estrela, para mim foi uma grande novidade pois jamais imaginei que as estrelas morressem.” (trabalho 22). No trabalho dessas estudantes pode estar subentendida a idéia de que para elas existisse a noção de que algumas coisas em nosso Universo são eternas, não têm início e nem fim.

“Um ponto interessante do filme é quando as galáxias se juntam e acabam formando o Sistema Solar”. (trabalho 7). Neste trabalho ao trocar a noção de quem forma quem, parece deixar evidenciado que esses termos, próprios da ciência, embora muito utilizados cotidianamente, ainda não tem seus significados compartilhados por todos aqueles que fazem uso dos mesmos.

No segundo grupo foram colocados aqueles termos relacionados com o surgimento da vida na Terra. Analisando-se o material produzido observa-se que muito embora esse estudo, em geral seja feito desde a quinta série do estudo fundamental, ainda aparecem conhecimentos implícitos (Loguercio, 1999) nas explicações dos estudantes. A seguir duas frases, de diferentes trabalhos são citadas.

“...o que achei interessante foi ver as moléculas de DNA se movimentando até parece que tem vida...” (trabalho 2). Essa frase pode ter múltiplos significados, mas parece fortemente implicada a noção de que o movimento está diretamente relacionado à vida.

“Também não sabia que era preciso ingredientes para surgir a vida na Terra.” (trabalho 29). É possível considerar que nessa frase esteja implícita a idéia da estudante de que os seres vivos não são constituídos pelos mesmos tipos de elementos/átomos que todo o restante da matéria. Poderíamos questionar então, de que a estudante pensava ser necessário para que a vida pudesse surgir?

“A maior parte da matéria que vemos são compostas de prótons e nêutrons os quais são compostos de quarks.” (trabalho 18). Essa frase, exemplo das colocações diretamente relacionadas com termos próprios da química, corrobora com a observação

feita anteriormente. Com o uso da expressão maior parte a estudante parece indicar a idéia de que uma parte então pode ser constituída de algo que não sejam átomos.

Na última categoria foram elencados termos relacionados a questões históricas envolvidas no filme. Apresentam-se aqui, algumas dessas frases: “*Galileu Galilei descobriu o telescópio...*” (trabalho 14). Nesta frase nos parece que o estudo da ciência, normalmente desvinculado de sua construção histórica, pode influenciar em construções deste tipo, em que o termo descobriu pode implicar no não entendimento do estudante de que esse instrumento foi construído por Galileu, com base em estudos anteriores, e não simplesmente descoberto.

“*Galileu descobriu o telescópio depois disto o mundo passou por grandes transformações, melhores telescópios e equipamentos foram criados...*” (trabalho 16). Novamente aqui o termo descobriu é utilizado, mas o restante da frase pode indicar a noção de que o estudante percebe que estes instrumentos são criações humanas, construídas de forma histórica, com base na evolução do conhecimento.

“*O telescópio é fundamental para a pesquisa.*” (trabalho 31). Essa frase pode indicar, a noção, por parte do estudante, de que atividades experimentais e o uso de equipamentos são fundamentais na ciência, quiçá como única forma de se construir conhecimento nessa área. Além disso, pode não estar claro que a própria construção deste instrumento foi resultado de pesquisa.

Considerações Gerais

A importância da linguagem escrita em situações de aprendizagem escolar é muito clara: desde as séries iniciais, o aprender a ler e escrever é tarefa do ensino escolar. Todavia, em todos os níveis de ensino, deparamo-nos com problemas comuns como: pobreza de vocabulário, falta de habilidade em compreender o sentido de frases e usar sinais de pontuação, dificuldade de fazer anotações, problemas de leitura e compreensão de textos em geral (Lopes e Dulac, 1998). Na análise dos textos produzidos pelos estudantes esses problemas mais uma vez foram evidenciados, no entanto, buscamos, através de nossa análise, identificar os temas voltados a ciência tentando evidenciar se os significados desses termos estavam sendo compartilhados.

Percebeu-se, por exemplo, que a noção de tempo e de constituição da matéria pelos estudantes não dá conta de entender a formação do Universo, bem como a evolução da Ciência, como um processo lento, com múltiplos eventos envolvidos.

Uma das considerações que podemos fazer a partir disso é a de que um ensino de ciência em que aportes da história da ciência sejam levados em consideração pode facilitar esse compartilhar de significados, construindo com os estudantes a noção de ciência como uma construção humana e, como tal, histórica, política influenciada por questões econômicas, sociais, emocionais, entre outras, (Chassot, 1993; Lopes, Kruger e Del Pino, 2000; Loguercio e Del Pino, 2006).

Além disso, retomando as colocações de Demo (2005) já citadas na introdução, o aluno deve ser levado a produzir textos próprios e a fazê-lo com regularidade. Analisando-se as duas versões dos textos produzidos pelos estudantes percebeu-se, além dos problemas ortográficos e gramaticais já citados anteriormente, uma dificuldade dos estudantes na construção de seus textos, inclusive para a formulação de um material com clareza e coesão. Acreditamos que a construção freqüente de material escrito pode levar, com o tempo, a melhorias na qualidade destas construções.

A respeito dos dados referentes ao estudo dirigido, de maneira geral, percebe-se que as construções realizadas em sala de aula nas discussões propostas nas aulas de Química, promoveram um melhor entendimento dos conceitos trabalhados no filme, mas a recursividade na produção dos estudantes foi um indicativo de que alguns conceitos e temas precisavam ser retomados com a turma. Isso nos foi um indicativo de que essa recursividade também é um potente instrumento de avaliação para a condução das atividades de aula, bem como para a reestruturação do currículo.

Sob a perspectiva de que a aprendizagem é um processo que depende de múltiplos fatores entre os quais podem ser citados os diferentes tipos de interação que os estudantes podem ter no meio, com seus professores e colegas e com os materiais aos quais tem acesso, (García e Perales, 2006), o uso de materiais diferenciados, bem como, o diálogo entre as áreas de saber (Química e Biologia) pode facilitar a aprendizagem.

Referências Bibliográficas

ALVES, M. A. *Filmes na Escola: Uma abordagem sobre o uso de audiovisuais (vídeo, cinema e programas de TV) nas aulas de Sociologia do Ensino Médio*. Dissertação

(Mestrado) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo. 2001.

CHASSOT, A.I. *Catalisando transformações na educação*. Ijuí: Unijuí, 1993.

CLEBSCH, A.B.; MORS, P.M. Explorando recursos simples de informática e audiovisuais: Uma experiência no ensino de Fluidos. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 26, n. 4, 2004.

COLL, C.; ONRUBIA, J. A construção de significados compartilhados em sala de aula: atividade conjunta e dispositivos semióticos no controle e no acompanhamento mútuo entre professor e aluno. In: COLL, C.; EDWARDS, D. (Org.). *Ensino, Aprendizagem e Discurso em Sala de Aula: aproximações ao estudo do discurso educacional*. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

DEMO, P. *Ser professor é cuidar que o aluno aprenda*. 4ª Edição. Porto Alegre: Ed. Mediação, 2005.

GARCÍA, J.J ; PERALES, F.J. ¿Cómo usan los profesores de Química las representaciones semióticas? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* v.5, n.2, p.247-259, 2006.

LOGUERCIO, R. *Contribuições dos Conhecimentos Implícitos e dos Interesses dos Alunos para a Construção de um Currículo de Ciências para a 8ª. Série do Ensino Fundamental*, 2001. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Bioquímica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 1999.

LOGUERCIO, R.; DEL PINO, J.C. Contribuições da História e da Filosofia da Ciência para a construção do conhecimento científico em contextos de formação profissional da química. *Acta Scientiae*, v.8, n.1, p.67-77, 2006.

LOPES, C. V. M.; DULAC, E. B. F. Idéias e palavras na/da ciência ou leitura e escrita: o que a ciência tem a ver com isso? In: NEVES, I. C. B; SOUZA, J. V.; SCHÄFFER, N. O.; GUEDES, P. C.; KLÜSENER, R. *Ler e escrever: compromisso de todas as áreas*. Porto Alegre: Ed da Universidade/UFRGS, 1998.

LOPES, C.V.M.; KRUGER, V.; DEL PINO, J.C. Educação continuada de professores de química no rio Grande do Sul, Brasil. *Educación Química*, v.11, n.2, p.214-219, 2000.

MÁRQUEZ, C.; IZQUIERDO, M.; ESPINET, M. (2003) Comunicación Multimodal em la Clase de Ciencias: El Ciclo Del Agua. *Enseñanza de Las Ciencias*, v.21, n.3, p.371-386, 2003.

MARVIN, J; SILLECK, B. COSMIC VOYGE, [DVD]. Produção de Bayley Silleck e Jeffrey Marvin, produção executiva de National Air e Space Museum e Gwendolyn K. Crider, direção de Bayley Silleck, IMAX Corporation, Toronto, Canadá, 1996.

MORAES, R.; GALIAZZI, M.C. *Análise Textual Discursiva*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007.

OLIVEIRA, B. J. Cinema e imaginário científico. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, v. 13 (suplemento), p.133-150, 2006.

MAPA CONCEITUAL COMO ESTRATÉGIA PARA A AVALIAÇÃO DA REDE CONCEITUAL ESTABELECIDADA PELOS ESTUDANTES SOBRE O TEMA ÁTOMO

Introdução

Este capítulo apresenta a análise de uma das estratégias propostas durante a realização de um projeto que propõe um trabalho interligado entre as disciplinas de química e biologia. Um dos objetivos deste projeto é investigar se há uma aprendizagem dos conceitos de química pelos estudantes numa proposta integradora destes componentes curriculares.

A aprendizagem será mais ou menos significativa de acordo com o grau de desenvolvimento dos conceitos pré-existentes relacionados com o que se vai aprender e com o esforço que se realize para associar o novo material ao que já se conhece (Costamagna, 2001).

A maioria das teorias cognitivas compartilha da suposição de que a inter-relação entre conceitos é uma propriedade do conhecimento (Ruiz-Primo e Shavelson, 1996). Assim, compreender um conceito é estabelecer uma rede de relações significativas com conceitos e entre eles. Quanto mais complexo for o entramado, maior será a capacidade para estabelecer relações significativas, e com isso se incrementará a possibilidade de compreender os conhecimentos específicos próprios da área (Mancini, 1996).

Nesta investigação procurou-se analisar a capacidade de integração de conceitos realizada por estudantes de ensino médio através da avaliação de mapas conceituais produzidos pelos mesmos.

O embasamento teórico relacionado ao uso de mapas conceituais está fundamentado na Teoria de Aprendizagem ou Teoria de Assimilação, de David Ausubel. A teoria explica como o conhecimento é adquirido e em que forma este fica armazenado na estrutura cognitiva do estudante. Sua teoria da aprendizagem significativa tem como base o princípio de que o armazenamento de informações ocorre a partir da organização dos conceitos e suas relações, hierarquicamente dos mais gerais para os mais específicos (Filho, 2007).

A teoria de Ausubel preconiza que os itens relevantes a serem selecionados são aqueles conceitos e proposições unificadoras de uma dada disciplina que tenham maior

poder explicativo, inclusividade, possibilidade de generalização e de relacionamento com conteúdos do assunto daquela disciplina (Faria, 1995).

A escolha desta estratégia ocorreu pelo fato de o mapa conceitual proporcionar um mapa esquemático, uma agrupação holística de todo o aprendido (Mancini, 1996). Nessa perspectiva, através da análise do material produzido pelos estudantes se pode inferir se estes possuem a capacidade de relacionar conceitos e em que grau ela se dá.

A forma mais geral de definir mapa conceitual consiste em designá-lo como esquema gráfico para representar a estrutura básica de partes do conhecimento sistematizado, representado pela rede de conceitos e proposições relevantes desse conhecimento. Os mapas conceituais podem ser concebidos também como instrumento para cartografar o conjunto de idéias aprendidas em uma área específica, por alunos ou sujeitos de uma pesquisa educacional (Faria, 1995). Além disto, a atividade de construção e reconstrução de mapas conceituais é um exercício que consolida a retenção da aprendizagem e aumenta a capacidade de recuperação da informação de maneira associativa, o que amplia a capacidade de saber aprender. É uma estratégia facilitadora da passagem da heteroeducação à autoeducação (Mancini, 1996)

A literatura específica sobre mapas conceituais tem evidenciado a importância deste instrumento e a diversidade de suas aplicações em áreas como as do ensino e aprendizagem escolar, planejamento em currículo, sistemas de avaliação e pesquisa educacional (Faria, 1995).

O uso de mapas conceituais na instrução e na avaliação pode encorajar e dar suporte à aprendizagem significativa (Novak, 2003), uma vez que o estudante conscientemente deve buscar a associação entre conceitos na construção de seu mapa conceitual.

Uma possibilidade de uso dos mapas conceituais está na avaliação da aprendizagem, no sentido de obter informações sobre o tipo de estrutura que o aluno percebe para um dado conjunto de conceitos, além de fornecer informações que podem servir de realimentação para a instrução e para o currículo (Moreira, 2006).

Além disso, quando um aprendiz utiliza o mapa durante o seu processo de aprendizagem de determinado tema, vão ficando claras as suas dificuldades de entendimento desse tema. Um aprendiz não tem muita clareza sobre quais são os conceitos relevantes de determinado tema, e ainda mais, quais as relações sobre esses conceitos. Ao

perceber com clareza e especificidade essas lacunas, ele poderá voltar a procurar subsídios seja através da consulta em livros ou no questionamento ao professor (Tavares, 2007).

No caso desta pesquisa, esse instrumento foi aplicado como forma de avaliação buscando-se verificar qual a capacidade dos estudantes de compreenderem e explicitarem as relações existentes entre conceitos trabalhados durante as aulas de química, a ocorrência de associação com conceitos de biologia e quais os conceitos que precisavam ser aprofundados.

Metodologia

Solicitou-se aos estudantes da turma que construíssem um mapa conceitual, partindo do conceito de átomo, e que, a partir deste conceito central, os demais conteúdos/conceitos estudados fossem também dispostos neste esquema, sempre explicitando quais as relações que estes percebiam entre os conceitos.

Com isso se buscou verificar a aprendizagem dos conceitos trabalhados e de que maneira os estudantes constroem uma rede conceitual. Bem como fazer uma análise de quais os conceitos que apresentavam mais incorreções para que estes fossem esclarecidos em aula e seu estudo fosse aprofundado.

A avaliação dos mapas foi realizada segundo a proposta de Nicoll et al (2001), sendo analisada cada uma das conexões entre conceitos proposta pelos estudantes, em dois aspectos.

O primeiro aspecto classifica as conexões propostas quanto à utilidade: dividindo-as em três categorias: incorretas, incompletas e úteis.

Na categoria incorretas são colocadas aquelas conexões que não estão de acordo com o que é cientificamente aceito, por exemplo: *o átomo é indivisível*, ou *o núcleo atômico é constituído por prótons, nêutrons e elétrons*.

Na categoria incompletas foram colocadas as proposições escritas de tal forma que não dão certeza sobre o pensamento do estudante para serem julgadas como incorretas ou úteis e também aquelas que não especificam o tipo de relação existente entre os conceitos. Por exemplo: *átomo me lembra molécula*. Com essa expressão não se pode afirmar se o estudante considera que os dois conceitos têm o mesmo significado ou se ele está afirmando que átomos se combinam para formar moléculas.

Na categoria úteis foram colocadas as proposições consideradas corretas. Por exemplo: *eletrosfera envolve o núcleo* ou *núcleo é formado por prótons e nêutrons*.

O segundo aspecto se relaciona à classificação das conexões previamente caracterizadas como úteis dividindo-as em três categorias:

- a) exemplo.
- b) fato fundamental.
- c) indica uma conexão que é explicada por outra conexão.

Essa divisão é feita uma vez que exemplos e fatos fundamentais podem ser apenas resultados de memorização, mas outras conexões podem indicar um nível maior de complexidade e uma aprendizagem significativa dos conceitos trabalhados.

Além da análise das conexões foram observados os conceitos em que os estudantes mais comumente apresentam erros ou dificuldades e também os conceitos de química relacionados a outra área de conhecimento, como biologia, que foram apresentados nos mapas.

Resultados e discussão

Foram analisados 34 mapas conceituais segundo os critérios acima descritos, quantificando o tipo de conexões propostas pelos estudantes.

O conceito de átomo foi escolhido como conceito gerador do mapa uma vez que este é um conceito de grande abrangência na química, mas por ser abstrato, normalmente é construído erroneamente pelos estudantes.

Analisando os mapas observou-se que alguns conceitos diretamente associados à noção de átomo aparecem na maioria deles tais como: núcleo (21), prótons (29), nêutrons (26), elétrons (28), muitas vezes relacionados de maneira correta ao conceito de átomo. Considerando-se aqui o modelo atômico de Rutherford, modelo este apresentado na série anterior.

No entanto, alguns estudantes propõem o átomo como uma estrutura indivisível (8), retomando o modelo atômico de Dalton, ainda que citem também a existência de partículas subatômicas como prótons, nêutrons e elétrons. Observa-se, por exemplo, que uma estudante em seu mapa escreve: *ele (o átomo) é constituído por um núcleo central, onde se encontram prótons e nêutrons, ao redor do qual giram elétrons na eletrosfera*. Mas

também propõe o átomo como algo indivisível, estabelecendo conexão entre essas duas palavras.

Os dados obtidos estão colocados na tabela 1:

Nº do mapa/categoria	INCORRETAS		INCOMPLETAS		ÚTEIS								TOTAL DE CONEXÕES NO MAPA
	Nº de conexões	%	Nº de conexões	%	Nº total de conexões úteis		a)		b)		c)		
					Nº	%	Nº de conexões	%	Nº de conexões	%	Nº de conexões	%	
1/B	1	16,7	2	33,3	3	50	1	33,3	2	66,7	0	0	6
2/A	0	0	1	11,1	8	88,9	5	62,5	3	37,5	0	0	9
3/B	1	11,1	3	33,3	5	55,6	2	40	2	40	1	20	9
4/C	3	33,3	2	22,2	4	44,5	2	50	2	50	0	0	9
5/D	1	11,1	8	88,9	0	0	-	-	-	-	-	-	9
6/B	2	20	2	20	6	60	0	0	4	66,7	2	33,3	10
7/D	1	10	7	70	2	20	0	0	2	100	0	0	10
8/C	4	36,3	2	18,2	5	45,5	3	60	1	20	1	20	11
9/B	2	16,7	4	33,3	6	50	1	16,7	3	50	2	33,3	12
10/B	4	30,8	2	15,4	7	53,8	3	42,9	4	57,1	0	0	13
11/C	1	7,7	8	61,5	4	30,8	0	0	4	100	0	0	13
12/D	0	0	13	100	0	0	-	-	-	-	-	-	13
13/D	3	21,4	11	78,6	0	0	-	-	-	-	-	-	14
14/B	3	20	1	6,7	11	73,3	4	36,4	6	54,5	1	9,1	15
15/B	0	0	7	46,7	8	53,3	0	0	6	75	2	25	15
16/B	2	13,3	3	20	10	66,7	3	30	6	60	1	10	15
17/C	5	33,3	4	26,7	6	40	4	66,7	2	33,3	0	0	15
18/C	1	6,7	9	60	5	33,3	2	40	2	40	1	20	15
19/D	6	37,5	7	43,8	3	18,7	0	0	3	100	0	0	16
20/C	3	17,6	7	41,2	7	41,2	2	28,6	4	57,1	1	14,3	17
21/B	3	17,7	4	23,5	10	58,8	8	80	2	20	0	0	17
22/B	1	5,6	4	22,2	13	72,2	3	23,1	8	61,5	2	15,4	18
23/B	3	16,7	5	27,8	10	55,5	3	30	6	60	1	10	18
24/C	6	33,3	4	22,2	8	44,5	0	0	6	75	2	25	18
25/D	4	22,2	13	72,2	1	5,6	0	0	1	100	0	0	18
26/B	1	5,2	6	31,6	12	63,2	1	8,3	9	75	2	16,7	19
27/C	8	42,1	6	31,6	5	26,3	3	60	2	40	0	0	19
28/A	4	20	1	5	15	75	4	26,7	9	60	2	13,3	20
29/D	0	0	18	90	2	10	0	0	2	100	0	0	20
30/B	6	26,1	7	30,4	10	43,5	5	50	5	50	0	0	23
31/B	4	17,4	7	30,4	12	52,2	9	75	3	25	0	0	23
32/C	10	37,5	5	21,7	8	34,8	5	62,5	3	37,5	0	0	23
33/B	7	29,1	4	16,7	13	54,2	5	38,4	6	46,2	2	15,4	24
34/C	8	28,6	10	35,7	10	35,7	2	20	5	50	3	30	28

Tabela 1: Análise dos mapas conceituais segundo a utilidade das conexões propostas

Cerca de 24% dos estudantes propõem o átomo como uma estrutura indivisível em suas concepções. Isso mostrou que o conceito de átomo não estava assimilado por uma parte dos estudantes, uma vez que a citação das partículas subatômicas como partes constituintes do átomo e, ao mesmo tempo, a proposição do átomo como uma estrutura indivisível são idéias conflitantes o que indicou que o estudo dos modelos atômicos deveria ser retomado com a turma e que o significado de indivisível para estes estudantes também pode ser inadequado.

Outra relação entre conceitos bastante freqüente nos mapas analisados é a de átomo e elemento químico que é proposta em 25 mapas. No entanto, em parte deste material não fica explicitada a relação que o estudante estabelece entre esses conceitos.

Por exemplo, uma estudante escreve: *é uma ordenação sistemática dos elementos químico*, na linha conectora entre átomo e Tabela Periódica. Percebe-se que a estudante

está definindo Tabela Periódica, um dos conceitos lincados, mas não propõe de forma clara qual a relação entre átomo e elemento químico, conceitos citados em sua definição.

Quanto às ligações químicas este assunto foi trabalhado em aula usando-se o modelo de estabilidade dos gases nobres. Ainda assim apenas um estudante associa em seu mapa o conceito de ligação a gases nobres fazendo a relação de maneira clara e, embora cinco estudantes façam a conexão entre elétrons/distribuição eletrônica e ligações químicas, essas conexões são incompletas, ou seja, não há nenhuma palavra fazendo o link entre esses conceitos, não deixando claro se o estudante faz a relação de estabilidade ou não.

Para verificar a aprendizagem significativa, as conexões úteis são as que podem indicar mais claramente essa aprendizagem (Nicoll et al, 2001), em função disso os mapas foram classificados em quatro categorias conforme o número de conexões úteis propostas em cada um dos mapas elaborados pelos estudantes.

CATEGORIA A: de todas as conexões propostas pelos estudantes, se enquadram como úteis um número maior ou igual a 75%.

CATEGORIA B: o número de proposições úteis propostas pelo estudante é maior ou igual a 50% e menor que 75%.

CATEGORIA C: das conexões propostas pelo estudante se enquadram como úteis um número maior ou igual a 25% e menor que 50%

CATEGORIA D: menos de 25% das conexões estabelecidas pelo estudante se enquadram como úteis.

Quantificou-se também as conexões do tipo “c”, ou seja, aquelas em que um conceito apresenta relações com outros conceitos, uma vez que isso pode indicar um maior grau de complexidade na construção dos conceitos pelo estudante. Segundo Costamagna, a inter-relação de conceitos se expressa mediante as relações cruzadas, que mostram uniões entre conceitos pertencentes a partes diferentes do mapa conceitual sendo esse um dos itens importantes na avaliação de um mapa conceitual, além de, citando Ontoria, afirmar que existe uma melhora na aprendizagem significativa quando quem aprende reconhece novas relações ou vínculos conceituais entre conjuntos relacionados de conceitos ou proposições (Costamagna, 2001).

Com base nas categorias descritas acima, foi construída uma tabela indicando o número de mapas em cada categoria, o percentual que estes representam no total de mapas e quantos, em cada categoria apresentam conexões do tipo “c”.

	Categoria A (úteis \geq 75%)	Categoria B (75% >úteis \geq 50%)	Categoria C (50% >úteis \geq 25%)	Categoria D (úteis < 25%)
Nº de mapas	2	15	10	7
%	5,9%	44,1%	29,4%	20,6%
% de mapas com conexões do tipo c	50%	73,3%	50%	0%

Tabela 2: Análise dos mapas conceituais segundo a quantidade de conexões úteis.

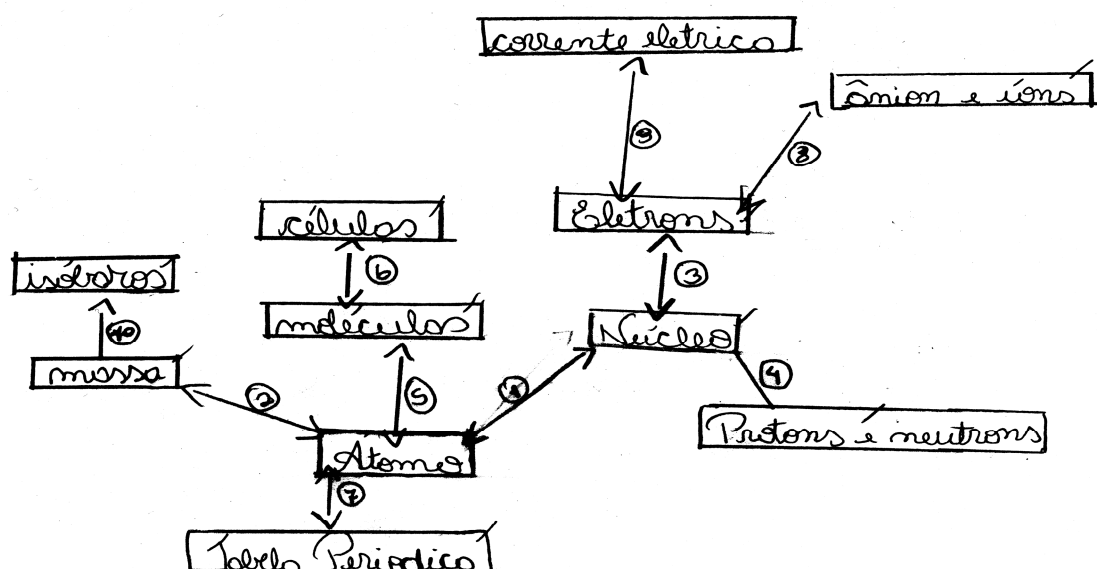
Os dados da tabela 2 permitem perceber que embora o maior percentual se encontre na categoria B, com conexões úteis de 50 a 75%, metade dos estudantes apresentam menos 50% de suas conexões classificadas como úteis (categorias C e D), e ainda um número expressivo de estudantes, cerca de 20% do total, apresentam poucas deste tipo.

Nº do mapa/categoria	INCOMPLETAS		Nº do mapa/categoria	INCOMPLETAS	
	Nº de conexões	%		Nº de conexões	%
1/B	2	33,3	18/C	9	60
2/A	1	11,1	19/D	7	43,8
3/B	3	33,3	20/C	7	41,2
4/C	2	22,2	21/B	4	23,5
5/D	8	88,9	22/B	4	22,2
6/B	2	20	23/B	5	27,8
7/D	7	70	24/C	4	22,2
8/C	2	18,2	25/D	13	72,2
9/B	4	33,3	26/B	6	31,6
10/B	2	15,4	27/C	6	31,6
11/C	8	61,5	28/A	1	5
12/D	13	100	29/D	18	90
13/D	11	78,6	30/B	7	30,4
14/B	1	6,7	31/B	7	30,4
15/B	7	46,7	32/C	5	21,7
16/B	3	20	33/B	4	16,7
17/C	4	26,7	34/C	10	35,7

Tabela 3: Análise das conexões classificadas como incompletas

Ainda analisando-se a tabela anterior observa-se que a maioria dos mapas enquadrados na categoria D, apresenta um número maior de conexões incompletas do que propriamente de incorretas, uma das explicações para isso pode ser o fato de os estudantes nunca terem trabalhado com mapas conceituais, nem estarem habituados a terem que externalizar as relações que percebem entre conceitos.

A seguir se analisam os tipos de conexões apresentadas em quatro mapas conceituais de estudantes, a fim de exemplificar os resultados apresentados.



- 1) O núcleo atômico é situado no centro do átomo.
- 2) Dentro do átomo movimentam-se em partículas.
- 3) São partículas negativamente eletrizadas.
- 4) São eletricamente positivos e negativos.
- 5) Os átomos unem-se para formar partículas maiores.
- 6) Formam as células vegetais e animais.
- 7) É uma ordenação sistemática dos elementos químicos.
- 8) Os núcleos elétrons e átomo se tornam negativos sendo chamados de ânion e íons.
- 9) Com o deslocamento de elétrons temos a corrente elétrica.
- 10) Tem diferente número atômico mas tem o mesmo número de massa.

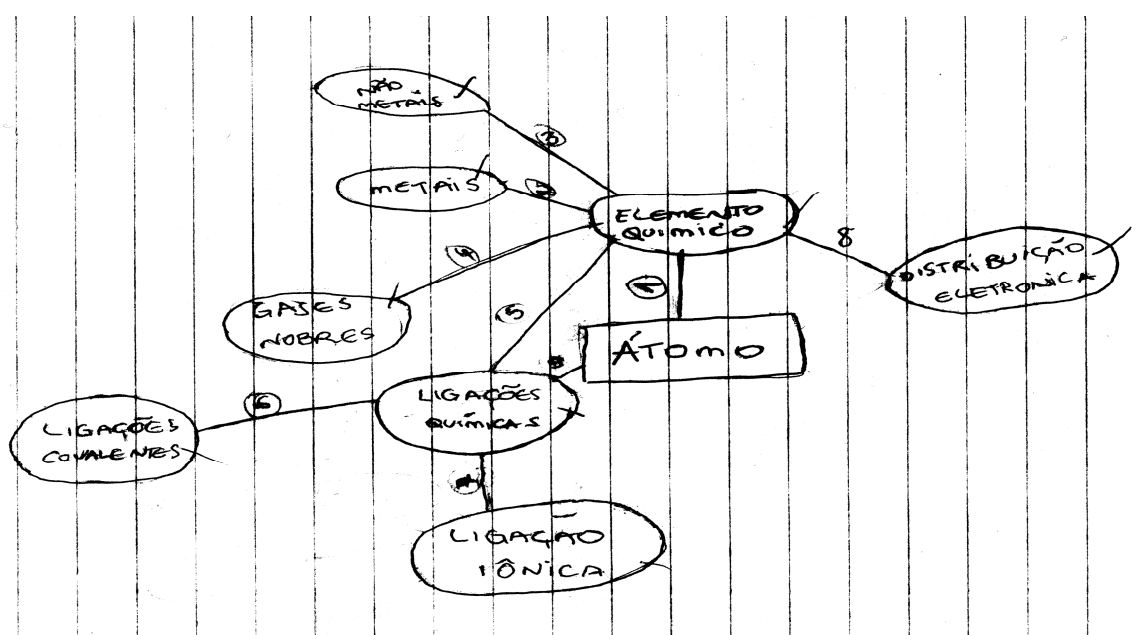
Exemplo 1 – Mapa número 6

Para a conexão 7 a estudante escreve: *é uma ordenação sistemática dos elementos químicos*. Nisso percebe-se que a estudante está definindo Tabela Periódica, um dos conceitos ligados, mas não propõe de forma clara qual a relação entre átomo e elemento químico, conceitos citados em sua definição.

Já para a conexão 10: *tem diferente número atômico, mas tem o mesmo número de massa*, mais uma vez definindo um conceito, o de isóbaros.

Por outro lado, a conexão 6 é deste tipo “c”, com ela observa-se que a estudante é capaz de fazer relações com outras áreas de conhecimento, neste caso a Biologia, fator positivo, uma vez que essa era uma das propostas desta estratégia.

Analisando-se este mapa se verifica que, na dificuldade de propor conexões de maneira clara, o que tinha sido solicitado para esta atividade, a estudante escreve frases explicando muito mais cada conceito do que propriamente as relações entre conceitos, o que fica evidenciado nas frases .



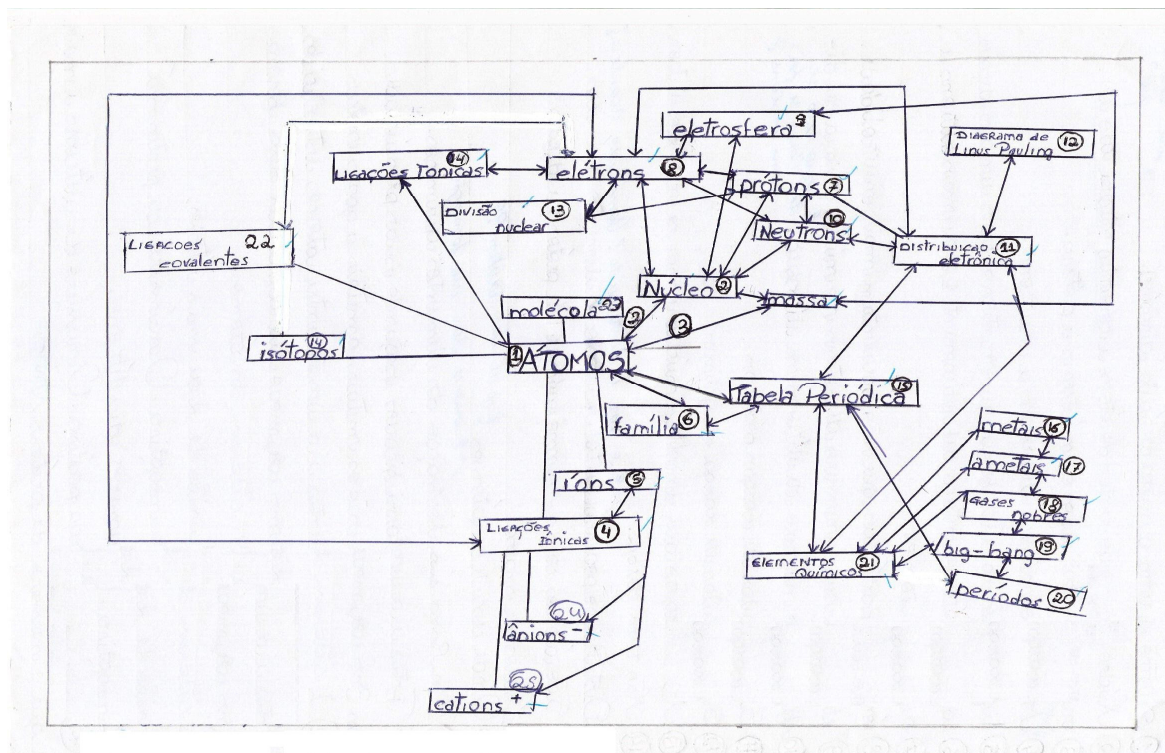
- ① ELEMENTOS QUÍMICOS SÃO ÁTOMOS
- ② ELEMENTOS QUÍMICOS EXISTEM MÉTALOS
- ③ ELEMENTOS QUÍMICOS EXISTEM NÃO MÉTALOS
- ④ ELEMENTOS QUÍMICOS EXISTEM GASES NOBRES
- ⑤ COM OS ELEMENTOS QUÍMICOS OCORREM LIGAÇÕES QUÍMICAS
- ⑥ UMA DAS LIGAÇÕES QUÍMICAS É A LIGAÇÃO COVALENTE
- ⑦ UMA DAS LIGAÇÕES QUÍMICAS É A LIGAÇÃO IÔNICA
- ⑧ A DISTRIBUIÇÃO ELETRÔNICA PODE SER FEITA EM TODOS OS ELEMENTOS QUÍMICOS
- ⑨ LIGAÇÕES QUÍMICAS SÃO FEITAS COM ÁTOMOS

Exemplo 2 – Mapa número 2

Durante a análise dos mapas também se observam dois extremos: um dos estudantes propõe poucas conexões (oito no total, enquanto alguns mapas apresentam mais de vinte), sendo esse um dos mapas categorizados como **A**. Isso pode ser interpretado de duas maneiras, ou o estudante priorizou conceitos que ele acreditava fortemente vinculados a palavra central dada, o que demonstraria grande capacidade de hierarquização, ou simplesmente optou por não colocar conceitos que ele não dominasse. Uma vez que, quanto ao aspecto complexidade não aparece nenhuma conexão do tipo “c” nesse mapa, e aparecem cinco do tipo “a” é mais provável que a segunda hipótese seja a verdadeira.

Percebe-se, por exemplo, que o estudante faz três relações classificando os elementos químicos em metais, não metais e gases nobres, dado esse que pode simplesmente ter sido retirado da tabela periódica, sem que necessariamente o estudante tenha uma compreensão das diferenças existentes entre esses três tipos de elemento químico. O mesmo ocorre quando ele faz as relações com ligações químicas, citando ligação iônica e covalente.

Em outro extremo o mapa proposto por uma estudante, mostrado a seguir, apresenta muitas conexões, o que poderia, numa análise inicial, parecer um mapa com maior nível de complexidade.



Exemplo 3 (A) – Mapa número 26

- ① Átomo é uma pequena partícula indivisível.
- ② Núcleo é a região central do átomo e concentra quase toda a onde estão localizados os nêutrons e prótons.
- ③ Massa é o número de prótons e nêutrons.
- ④ Ligação Iônica é a ligação que mantém os íons unidos depois que um átomo entrega definitivamente 1, 2 ou mais elétrons a outro átomo.
- ⑤ Íons são partículas que não apresentam mais neutralidade elétrica, ou seja, o número de prótons no núcleo possa a ser diferente do número de elétrons na eletrosfera.
- ⑥ São partículas de cargas positivas
- ⑦ São partículas de carga negativas
- ⑧ É a região que envolve o núcleo e onde se localiza os elétrons
- ⑩ Não tem carga.
- ⑪ Distribuição pode ser feita em todos os elementos químicos
- ⑭ São átomos com o mesmo número de prótons e diferentes números de massa
- ⑮ Onde existe os átomos
- ⑰ Big Bang é a formação dos elementos químicos.
- ⑱ Podem ser classificadas, segundo suas propriedades em 3 classes que são os metais, semimetais e gases nobres
- ⑳ Ligação covalente é a união entre átomos estabelecida por pares de elétrons de modo que cada par seja formado por 1 elétron de cada um dos átomos.
- ㉑ Molécula é a união de 2 ou mais átomos.
- ㉒ Ânions carga negativa: O número de prótons é maior que o número de elétrons.
- ㉓ Cátions carga positiva: O número de elétrons é maior que o número de prótons.

Exemplo 3(B) – Mapa número 26

Diversas conexões propostas pela estudante são úteis e com algumas explicações de conceitos bem mais aprofundadas que os colegas.

A conceituação de íon, por exemplo, de número cinco nesse mapa, é adequada, indicando inclusive que a estudante deve ter buscado outras fontes de consulta para a realização desta atividade que não apenas seu material de aula. Isso é muito válido, uma vez que a intenção é que cada estudante torne-se autônomo na sua construção de conhecimento.

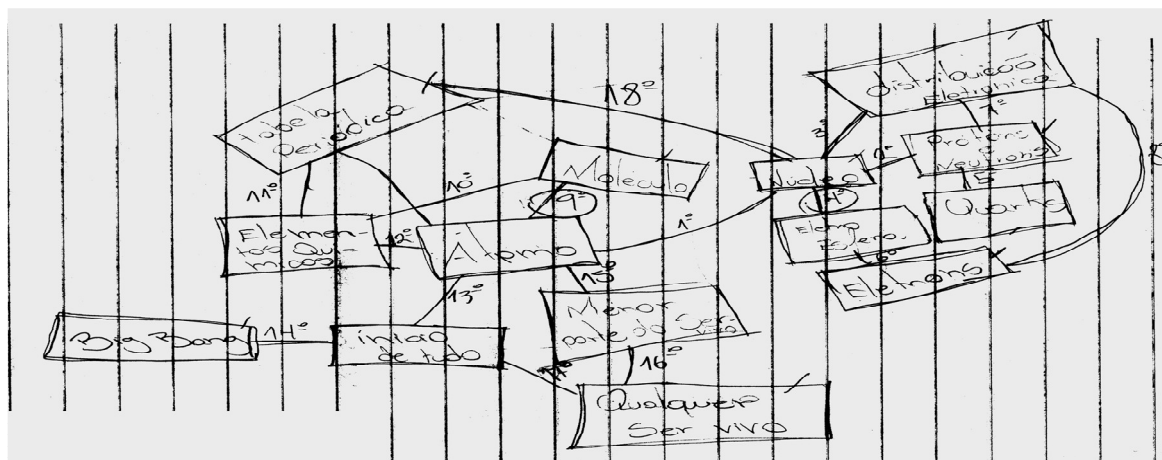
Outros exemplos de conceituações propostas de maneira correta pela estudante são: a de número 9, para o conceito de eletrosfera, a estudante escreve: *É a região do átomo*

que envolve o núcleo e onde se localiza os elétrons. Para o número 21, colocado na caixa de elementos químicos a estudante escreve: *podem ser classificados, segundo suas propriedades em três classes que são os metais, ametais e gases nobres.*

Assim, como no mapa do primeiro exemplo, se observa nesse caso muito mais a conceituação dos termos químicos empregados do que propriamente propostas de relações entre os conceitos.

Além disso, algumas conexões parecem terem sido feitas aleatoriamente, sem qualquer preocupação com a relação entre os conceitos ligados, por exemplo, conexões propostas entre eletrosfera e massa, família e átomo, nas quais a estudante não numera as conexões e nem apresenta para as mesmas qualquer palavra ou explicação em seu esquema, podendo isso indicar que a estudante não estava certa da existência de ligação entre esses conceitos.

Quanto à associação de conceitos de biologia, apenas uma pequena parte dos estudantes, cerca de 9%, associaram conceitos de biologia em seus mapas, não necessariamente de maneira correta, mas fazendo relação com esta disciplina. Esse baixo percentual acentua a necessidade de se explicitar aos estudantes as relações existentes entre esses componentes curriculares uma vez que se percebe que sozinhos eles não são capazes de fazê-lo. No mapa do primeiro exemplo a estudante aborda o fato das células, serem formadas por moléculas. Já no mapa a seguir, o estudante explicita o fato de todos os seres vivos serem formados por átomos. Além disso, percebe-se inclusive associação entre conceitos trabalhados no início do ano, como a explicação da formação dos elementos químicos através da teoria do Big Bang.



Exemplo 4 (A) – Mapa número 24

- 1º: todo Atomo tem Nucleo.
- 2º: Nucleo consiste em Protons e Neutrons.
- 3º: Nucleo tem distribuicao eletrônica dos Protons e Neutrons.
- 4º: Vamos para fazer a distribuicao eletrônica.
- 5º: Quarks, formam os Protons e Neutros.
- 6º: Eletrons formam a eletro esfera.
- 7º: Forma de separar eletrons da camada eletrônica.
- 8º: Distribuicao eletrônica e eletrons, formam a divisao dos Eletrons e Protons e Neutrons.
- 9º: todo Atomo consiste em moleculas.
- 10º: Molecula contem nos elementos quimicos.
- 11º: Elementos quimicos estao na tabela periodica de forma interativa para os estudos e la contem, camada, massa e numero atomico.
- 12º: Elementos quimicos contem Atomos.
- 13º: inicio de tudo foi o Atomo, começa a formar tudo que conhecemos agora.
- 14º: Big Bang, Explosao de Atomos, que forma a terra após milhões de anos de resfriamento e crescimento dos atomos.
- 15º: Atomos maior parte do Ser vivo, com isto forma o Ser vivo, com atomo temos nucleos e a formacao dos Seres.
- 16º: Qualquer Ser vivo consiste por atomos.
- 17º: inicio, foi evoluindo até chegarmos nos Seres e elementos.
- 18º: tabela, indica as partes de um atomo de forma detalhada dos elementos.

Exemplo 4 (B) – Mapa número 24

Considerações Gerais

A prática de construção de mapas conceituais é válida tanto para encontrar conexões dentro de uma mesma unidade do programa como para redescobri-las e enriquecê-las no momento de relacionar as unidades desenvolvidas em uma atividade integradora no final de um ciclo letivo (Costamagna, 2001).

Os dados da tabela 2 mostram um percentual significativo de estudantes cujos mapas conceituais apresentaram mais de 50% de conexões úteis, categoria B, fator esse positivo. No entanto, esses dados também levaram a identificar que vários conceitos deviam ser retomados com a turma de maneira a evidenciar as relações existentes entre os mesmos.

Boa parte do material analisado indicava a existência de proposições incompletas, e quando individualmente se questionava o estudante sobre as mesmas a sua resposta estava correta. Isso mostra a insegurança do estudante em relação à avaliação. Uma vez que os estudantes estão acostumados a serem avaliados com relação à quantidade de respostas “prontas e corretas” que são capazes de dar a perguntas fechadas, sentem-se inseguros para apresentarem seus conceitos e as relações que observam entre eles de maneira aberta. Isso pode ser observado no exemplo dois em que nos parece que o estudante priorizou conceitos nos quais tinha maior segurança, uma maneira de evitar cometer erros.

Durante a aplicação desta estratégia observou-se que alguns estudantes tiveram dificuldade na construção dos mapas, principalmente para explicitarem as relações entre conceitos, o que pode ser atribuído, também, ao fato de os estudantes não estarem habituados a esse tipo de atividade. Além disso, na proposta da atividade nenhum referencial teórico lhes foi dado deixando essa atividade completamente em aberto, para que eles construíssem seus mapas conforme sua própria noção de importância dos conceitos.

Também não foram especificados conceitos que deveriam ser incluídos nos mapas. Por isso, a grande variedade na quantidade de conceitos abordados, desde uma proposta com oito conceitos apresentados até um mapa com trinta, além de que poucos estudantes propuseram relações com conceitos de outras áreas de conhecimento.

A dificuldade manifesta pelos estudantes na construção dos mapas pode indicar pouca habilidade destes no momento de estruturarem e expressarem seus pensamentos. A partir disso, pode-se assumir a necessidade de mais atividades nas quais os estudantes tenham que produzir material escrito sobre seu conhecimento uma vez que esta também é uma maneira de organizar o pensamento e possibilitar a percepção de relações anteriormente não muito claras.

Ainda assim, analisando-se os mapas construídos pelos estudantes, principalmente considerando-se a “novidade” desta atividade para a turma considera-se que a construção de mapas é potente instrumento para a aprendizagem, podendo facilitar esse processo uma vez que proporcionam uma inter-relação de conceitos feita de maneira consciente pelo estudante e possibilitam que este perceba quais são suas dúvidas, o que leva a uma autonomia na aprendizagem. Autonomia essa desejável uma vez que o que se busca é que

o estudante aprenda a aprender, que se torne autônomo na construção do seu conhecimento.

A construção e reconstrução de mapas podem levar o estudante a uma melhor organização e hierarquização de conceitos o que possibilita alcançar uma aprendizagem significativa.

Referências Bibliográficas

COSTAMAGNA, A.M. Mapas conceptuales como expresión de procesos de interrelación para evaluar la evolución del conocimiento de alumnos universitarios. *Enseñanza de Las Ciencias*, v.19, n.2, p.309-318, 2001.

FARIA, W. *Mapas Conceituais – aplicações ao ensino, currículo e avaliação*. Ed. Pedagógica e Universitária, 1995.

FILHO, J.R. de F. Mapas conceituais: estratégia pedagógica para construção de conceitos na disciplina de química orgânica. *Ciência & Cognição* v.12, p.86-95, 2007.

MANCINI, L.L. Los Mapas Conceptuales. *Cuadernos de Apoyo Didáctico*. Argentina: Ed. Santilana, 1996.

MOREIRA, M.A. *Mapas Conceituais & Digramas V*, Porto Alegre: Ed. do autor, 2006.

NICOLL, G., et al. A three-tier system for assessing concept map links: a methodological study. *International Journal of Science Education*, v.23, n.8, p.863-875, 2001.

NOVAK, J.D. The Promise of New Ideas and New Technology for Improving Teaching and Learning, *Cell Biology Education*, v.2, p.122-132, 2003.

RUIZ-PRIMO, M.A., SHAVELSON, R.J. Problems and Issues in the Use of Concept Maps in Science Assessment. *Journal of Research in Science Teaching*, v.33, n.6, p.569-600, 1996.

TAVARES, R. Construindo mapas conceituais, *Ciência & Cognição*, v.12, p.72-85, 2007.

ESTUDO DOS CICLOS BIOGEOQUÍMICOS

Introdução

Um conjunto de seres vivos e o meio onde eles vivem, com todas as interações que esses organismos mantêm entre si, formam um ecossistema. Qualquer ecossistema apresenta dois componentes básicos: o componente biótico, que é representado pelos seres vivos, e o componente abiótico, que é representado pelas condições químicas e físicas do meio.

Os ciclos biogeoquímicos são processos naturais que, por diversos meios, reciclam vários elementos em diferentes formas químicas do meio ambiente para os organismos, e depois, fazem o processo contrário, ou seja, trazem esses elementos dos organismos para o meio ambiente. Dessa forma a água, o carbono, o nitrogênio, entre outros compostos, percorrem esses ciclos, unindo todos os componentes vivos e não-vivos da Terra (Rosa et al, 2003).

Cada área de conhecimento tem maneiras que lhe são próprias de explicarem o mundo em que estamos inseridos. Assim, sob um mesmo tema, como por exemplo, os ciclos biogeoquímicos, a Química e a Biologia podem contribuir com suas áreas de especialidade.

Sob essa perspectiva esta atividade foi elaborada de forma que os ciclos fossem trabalhados concomitantemente nas disciplinas de Química e Biologia, a fim de que os estudantes pudessem perceber as relações existentes entre fatores bióticos e abióticos, com o olhar de cada uma das áreas que os estuda. Para tanto foram apresentadas representações dos ciclos da água, do carbono e do nitrogênio na disciplina de Química e os conceitos abordados nos ciclos foram discutidos com a turma em cada disciplina.

Entendendo a aprendizagem como um processo que depende de múltiplos fatores entre os quais podemos citar os diferentes tipos de interação que os estudantes podem ter no meio, com seus professores e colegas e com os materiais aos quais tem acesso, dentre esses materiais podemos citar os sistemas de representação externa (a escrita em língua natural, os símbolos e sinais matemáticos, as representações gráficas de diversos tipos, etc.) (García e Perales, 2006), o diálogo dessas áreas pode facilitar a aprendizagem desse assunto pelos estudantes.

Como já citado no segundo capítulo, a linguagem ocupa lugar privilegiado como instrumento simbólico de mediação por seu papel tanto representativo quanto de comunicação (Coll e Onrubia, 1998). No entanto, o papel de diferentes sistemas de signos utilizados nas aulas de ciências tem sido objeto de estudo nos últimos anos, uma vez que a comunicação multimodal, entendida aqui como aquela que faz uso de diferentes modos de comunicação, sejam eles a linguagem, imagens, animações, entre outros, está cada vez mais acessível (Márquez, Izquierdo e Espinet, 2003).

Segundo Duval (1999, *apud* García e Perales, 2006, p.248) existem três atividades cognitivas relacionadas com os sistemas de representação externa: a formulação de representações, o tratamento das mesmas e a sua conversão. Esta conversão consiste na transformação de uma representação em outra, expressa em um sistema semiótico diferente. Uma aprendizagem centrada na conversão das representações de diferentes tipos de registros semióticos pode produzir uma compreensão efetiva e integradora, que possibilita a transferência dos conhecimentos aprendidos (Egret, 1989; Duval, 1991, *apud* García e Perales, 2006, p.249)

Metodologia

Três ciclos da matéria foram apresentados à turma, a saber: ciclo da água, ciclo do carbono e ciclo do nitrogênio, nesta ordem, em aulas diferentes.

Na primeira aula apresentou-se uma representação gráfica do ciclo da água para a turma e solicitou-se que cada estudante, após a análise do material, descrevesse o ciclo com suas palavras, salientando o que achasse importante, bem como fizesse uma versão gráfica própria do mesmo. Esses trabalhos foram recolhidos e posteriormente, de maneira expositiva, a representação do ciclo da água foi discutida com a turma. Num terceiro momento foi solicitado aos estudantes que reescrevessem seus textos, sob a luz dessa discussão.

Após a finalização do ciclo da água o mesmo procedimento foi utilizado para os demais ciclos, variando somente que, para estes, devido à sua complexidade, apenas a descrição dos mesmos foi solicitada.

Depois da coleta de todas as produções dos estudantes iniciou-se a análise dos materiais. Para tanto se utilizou a análise de conteúdo (Bardin, 1995) e através da categorização dos termos e símbolos utilizados em cada trabalho fez-se inferências sobre a

compreensão que os estudantes tinham dos ciclos apresentados. Com isso se buscou verificar, num primeiro momento, a capacidade de interpretação de uma representação gráfica e a aptidão dos estudantes na produção textual. E, no material produzido após a explicação de cada ciclo, se há uma reestruturação/modificação/ampliação dos conceitos abordados, por parte dos estudantes.

Resultados e discussão

Para a discussão dos resultados obtidos primeiramente se vai analisar cada um dos ciclos de maneira individual.

Ciclo da água

Do total de trinta e quatro estudantes da turma, apenas dezoito realizaram toda a tarefa, ou seja, apresentaram primeira e segunda versões escritas e das representações gráficas do ciclo, sendo então este o material que será analisado.

LEGENDA: I = ÍTENS; D = DISCURSIVO; A = APARECE; C = COMENTA; E = EXPLICA; ? = INDEFINIDO																		
1ª VERSÃO ESCRITA																		
FATOR ANALISADO	1	3	6	9	10	13	14	16	19	20	22	24	25	28	29	31	34	36
Forma do texto	I	D	I	D	D	I	I	D/I	I	D	D	D	D	I	D	D	I	I
Noção de ciclo								A	?									
Importância do ciclo para os seres vivos	A			A		A	A		A		A		A	A	A			A
Fatores que influenciam:																		
UMIDADE	A					A		A	A	A		A					A	A
TEMPERATURA	A	A	A		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		A	A	A
MUDANÇAS DE ESTADO FÍSICO	C	E	C	C		E	E	C	C	E	E	C	C	C	C	C	C	C
2ª VERSÃO ESCRITA																		
FATOR ANALISADO	1	3	6	9	10	13	14	16	19	20	22	24	25	28	29	31	34	36
Forma do texto	D	D/I	I	D	D	D	I	D	D	D	D	D	D	I	D	D	I	I
Noção de ciclo	A	?		A	A	A		A	?	A			A					
Importância do ciclo para os seres vivos			A	A	A	A	A	A	A		A		A	A	A			A
Fatores que influenciam:																		
UMIDADE								A	A	A		A					A	A
TEMPERATURA	A	A	A		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		A	A	A
ESTADOS FÍSICOS	C	E	C	C	C	C	E	C	C	C	E	C	C	C	C	C	C	C
1ª VERSÃO REPRESENTAÇÃO																		
Noção de ciclo	1	3	6	9	10	13	14	16	19	20	22	24	25	28	29	31	34	36
Elementos presentes:	?	?	?	A	?	A	?	A				?	?		A	A		?
ÁGUA (rio, lago, oceano, lençol freático)	A	A	A	A		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
SOL					A		A	A	A	A	A		A				A	A
NUVEM	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
EVAPORAÇÃO	A	?	?	A	?	A	?	A	A	A	A	A	A	A	A	?	?	A
CONDENSAÇÃO	?	?	?	A	?	?	?	A		?		A		A	?	?	?	?
PRECIPITAÇÃO	?	?	?	?	?	?	?	?	?	A	?	?	?	?	A	?	?	A
TRANSPIRAÇÃO				A								A		A				A
VEGETAÇÃO		A		A	A		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		A
ANIMAIS	A			A							A							A
RESPIRAÇÃO				A										A				
CASAS/FÁBRICAS	A							A		A	A	A						
2ª VERSÃO REPRESENTAÇÃO																		
Noção de ciclo		?		A	A	A	?	A				?	?		A	A		?
Elementos presentes:																		
ÁGUA (rio, lago, oceano, lençol freático)	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
SOL	A						A	A	A	A			A			A		A
NUVEM	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
EVAPORAÇÃO	A	?	?	A	A	?	?	A	A	A	A	A	A	A	A	?	?	A
CONDENSAÇÃO	A	?	?	A	A	?	?	A		?		A		A	?	?	?	?
PRECIPITAÇÃO	A	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	A	?	?	A
TRANSPIRAÇÃO	A		A	A	?	?					A	A	A		A			A
VEGETAÇÃO	A	A		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		A
ANIMAIS				A	A						A	A						A
RESPIRAÇÃO				A										A				
CASAS/FÁBRICAS								A	A			A				A		

Tabela 1: análise das duas versões escritas e desenhadas para o ciclo da água.

Analisando-se a tabela observa-se que os estudantes, em sua primeira versão escrita sobre o ciclo da água, não parecem ter claro a noção de ciclo, o que pode ser observado pelo fato de apenas um dos estudantes apresentar noção de ciclo de maneira explícita: *“vamos pensar de uma forma resumida, a água existente no solo evapora e se forma em nuvem, onde ocorre vários processos e chove, e ocorre tudo de novo”*. Em outro trabalho não se consegue identificar se está claro para o estudante esta noção, uma vez que a frase por ele utilizada é : *“...esse é o ciclo da água no qual a chuva cai formando poças de água com o sol evapora e o gás se condensa e vem a precipitação e o transforma em chuva e assim por diante.”* Com a expressão “assim por diante” não fica evidenciado se o estudante indica recomeçar o processo, o que parece provável, ou se indica que o ciclo tem outras etapas.

De maneira geral percebe-se um pequeno aumento em informações importantes do ciclo. Por exemplo, aumenta de um para sete no número de estudantes que apresentam a noção de ciclo em sua segunda versão do texto e de dez para doze o número de estudantes que explicitam a importância do ciclo para os seres vivos, fator esse positivo uma vez que pode sugerir uma relação das disciplinas de Química e Biologia, um dos objetivos deste trabalho.

Alguns dos textos produzidos (1ª versão) indicam que os estudantes simplesmente copiaram o que viam no esquema, definindo cada um dos termos sem preocupação com a compreensão do ciclo como um todo. Uma das possíveis causas para isso é o fato dos significados não estarem claros para os estudantes.

Na segunda versão aumenta o número de estudantes que passam a produzir seu material escrito de forma dissertativa, o que pode sinalizar uma maior compreensão dos estudantes.

No trabalho apresentado a seguir estas observações que podem indicar um aprofundamento do entendimento do ciclo entre a primeira e segundas versões são apresentadas.

Neste exemplo observa-se uma melhoria na estruturação do texto quando se compara a primeira com a segunda versão, uma busca na relação entre os fenômenos e não apenas a conceituação dos mesmos e, de maneira geral, uma complexificação da visão deste ciclo. Ainda que apresente alguns conceitos a serem melhorados essa conversão de uma representação gráfica para a escrita em que a estudante busca em sua narrativa

evidenciar a influência de cada elemento do ciclo pode indicar uma melhor compreensão desse ciclo pela estudante.

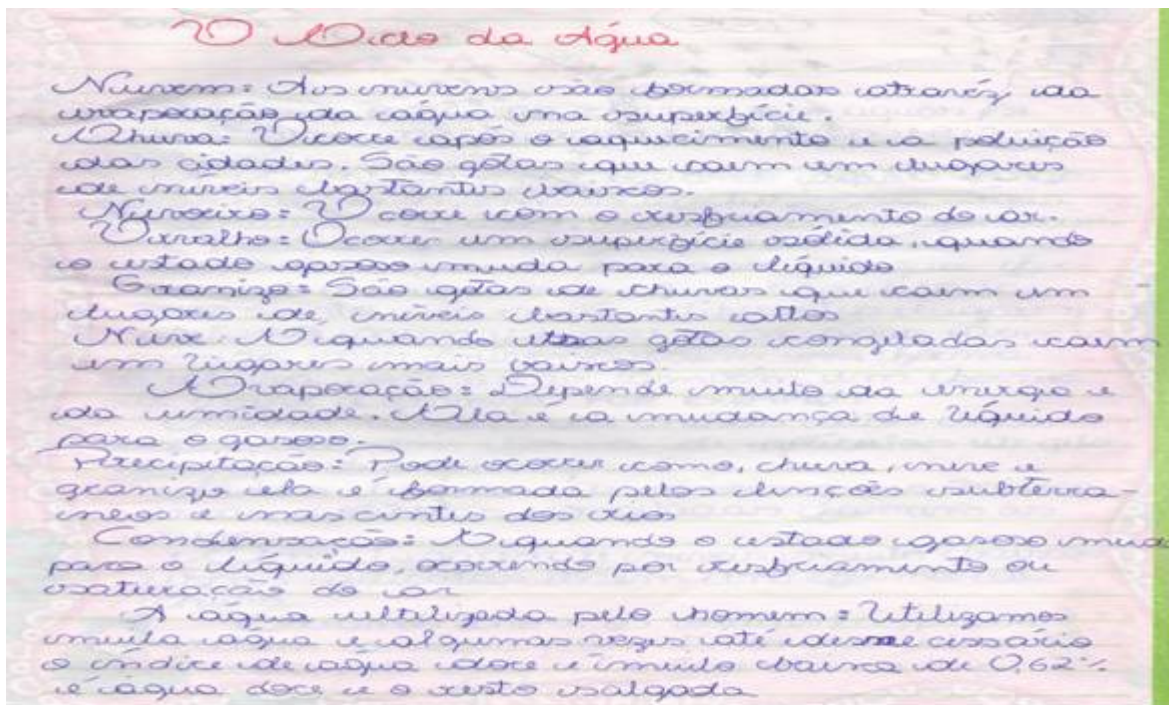


Figura 1: primeira versão do texto – trabalho 19

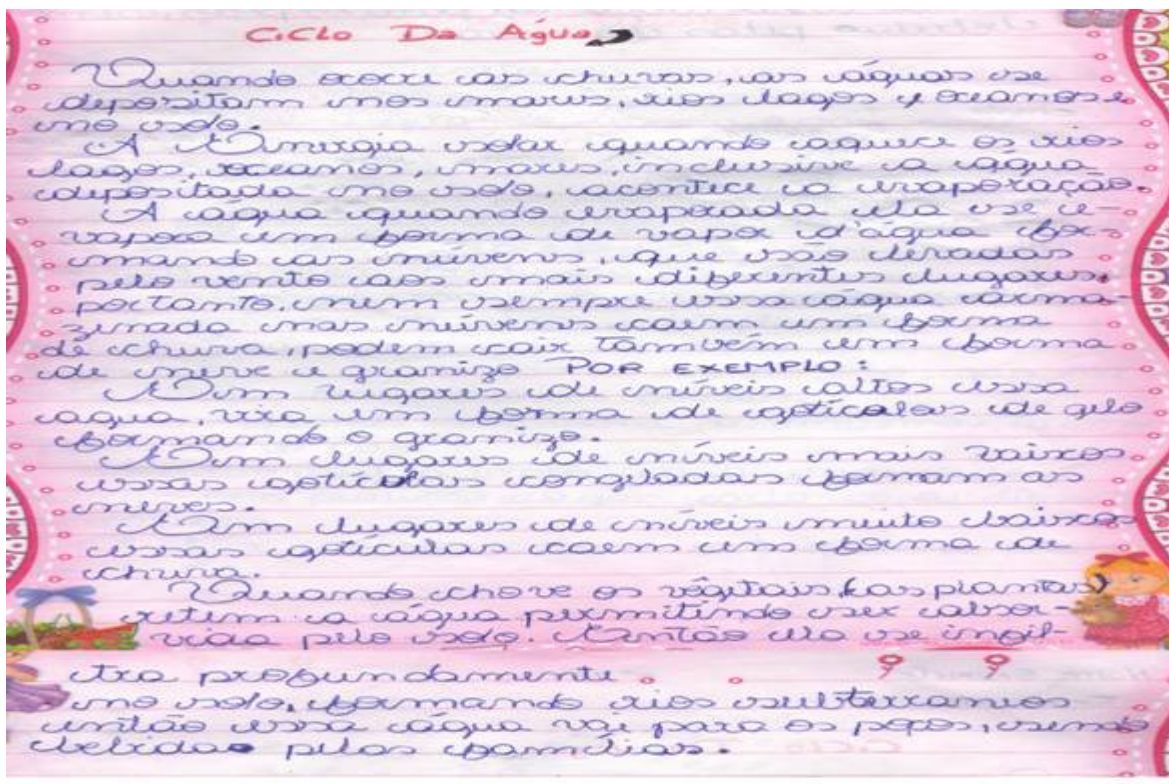
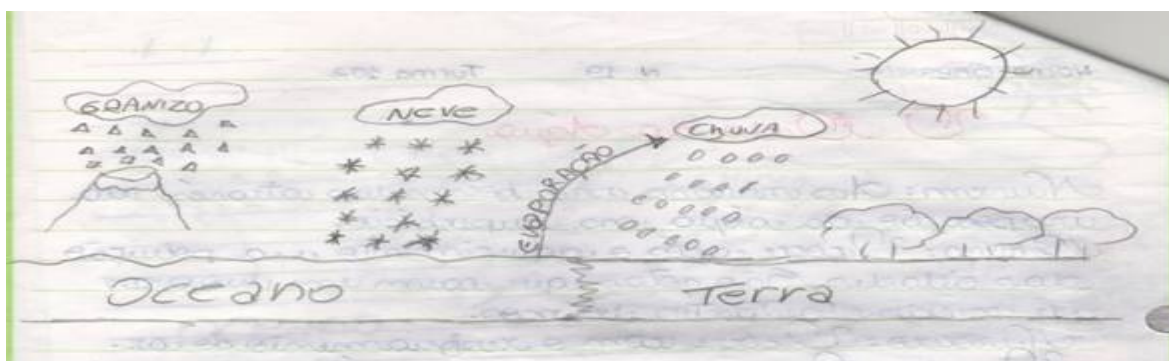


Figura 2: segunda versão do texto – trabalho 19

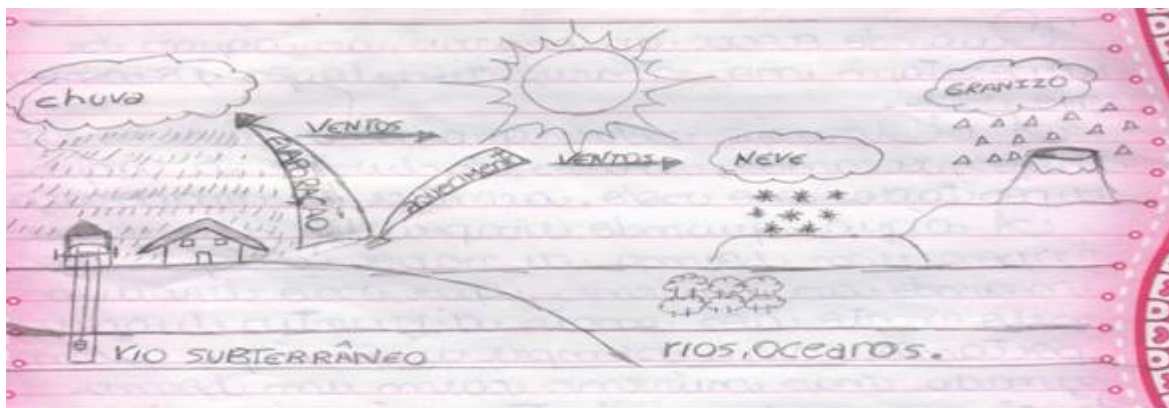
Para tabularmos os dados da representação gráfica dos estudantes, os elementos analisados foram aqueles que apareceram em pelo menos um dos trabalhos, e não aquelas apresentadas pela professora em sala de aula. Quando se analisa estas representações gráficas, se observa mais uma mudança nas prioridades de representação, do que propriamente uma melhoria na produção dos estudantes de uma versão para outra, percebendo-se que alguns estudantes abrem mão de alguns dos elementos presentes e passam a representar elementos não apresentados na primeira versão.

Por exemplo, diminui o número de estudantes que representam casas e indústrias como locais de utilização de água, mas aumentam os que representam condensação, transpiração, vegetação e animais podendo indicar uma maior relevância dada à importância do ciclo para os seres vivos e a participação destes no processo, além da percepção da importância da condensação no ciclo, conceito este provavelmente não muito claro no início, mas que foi retomado em aula pelas mudanças de estados físicos da matéria.

A seguir são analisados dois trabalhos em que essas observações são evidenciadas a fim de elucidar as considerações realizadas.



Desenho 1: primeira versão gráfica do ciclo trabalho 19



Desenho 2: segunda versão gráfica do ciclo trabalho 19

Ciclo do carbono

Neste ciclo também dezoito estudantes realizaram toda a tarefa, ou seja, apresentaram primeira e segunda versões escritas, sendo então este o material que será analisado. Conforme descrito na metodologia, em função da complexidade da representação desse ciclo, não foi solicitado aos estudantes uma representação gráfica.

Para análise dos conceitos/palavras citados pelos estudantes novamente fez-se a seleção com base no que apareceu nas produções analisadas.

LEGENDA: D = Discursivo; A = Aparece; C = Comenta; E = Explica; ? =Indefinido

1ª VERSÃO ESCRITA																																				
FATOR ANALISADO	1	2	3	5	6	8	10	13	14	16	17	24	27	28	29	31	34	36																		
Forma do texto	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D																		
Noção de ciclo	A		A	A						A	A	?						A																		
Importância do ciclo para os seres vivos								?																												
Conceitos/palavras citados:																																				
ATMOSFERA/AR			A	A	A	A			A	A	A				A																					
GÁS CARBÔNICO (CO2)	A	A		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A																		
QUEIMADAS			A	A					A	A	A	A			A	A	A																			
ERUPÇÕES VULCÂNICAS			A	A			A	A	A	A					A	A	A																			
COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS			A	A	A	A	A				A	A	A	A	A	A		A																		
GÁS NATURAL/CARVÃO/ÓLEO				A			A				A		A					A																		
INDÚSTRIAS																																				
RESPIRAÇÃO	A	A	?	A	A	A		A	A	A	A	A	A			A	A	A																		
PLANTAS	A	A		A				A	A	A	A	A	A		A	A	A	A																		
ALGAS/PLANTAS AQUÁTICAS/FICTOPLANCTON	?			A	A	A								A																						
PRODUTORES																																				
ENERGIA SOLAR			A	A		A	A		A	A			A		A	A																				
FOTOSSÍNTESE	A	A		A		A	A	A				A	A	A	A			A																		
MATÉRIA/MOLÉCULA ORGÂNICA/AÇÚCARES	?			?																																
ANIMAIS/SERES HUMANOS	A	A			A	A		A		?		A	A		A			A																		
CONSUMIDORES																																				
ALIMENTAÇÃO/NUTRIÇÃO	A					A							A																							
CADEIA ALIMENTAR																																				
NÍVEIS TRÓFICOS																																				
CARBONATO DE CÁLCIO (Moluscos)				A					A									A																		
HUMO																																				
EXCREÇÃO																																				
DECOMPOSITORES																																				
DECOMPOSIÇÃO					A			A				A		A	A																					
EFEITO ESTUFA/AQUECIMENTO GLOBAL									A																											
2ª VERSÃO ESCRITA																																				
FATOR ANALISADO	1	2	3	5	6	8	10	13	14	16	17	24	27	28	29	31	34	36																		
Forma do texto	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D																		
Noção de ciclo		A			?					A	A							A																		
Importância do ciclo para os seres vivos			A	A					?	?							A	A																		
Conceitos/palavras citados:																																				
ATMOSFERA/AR				A	A				A	A	A		A	A				A																		
GÁS CARBÔNICO (CO2)	A	A	A	A					A	A		A	A	A	A			A																		
QUEIMADAS		A	A		A		A		A			A			A	A	A																			
ERUPÇÕES VULCÂNICAS			A	A		A	A	A							A	A																				
COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS		A		A		A	A	A		A		A			A	A		A																		
GÁS NATURAL/CARVÃO/ÓLEO				A		A	A	A				A			A																					
RESPIRAÇÃO		A	A	A	A				A	A	A		A	A	A			A																		
PLANTAS	A	A	A	A		A		A	A	A								A																		
ALGAS/PLANTAS AQUÁTICAS/FICTOPLANCTON				A			A					A			A																					
PRODUTORES	A	A											A	A				A																		
ENERGIA SOLAR			A	A		A	A	A				A			A	A																				
FOTOSSÍNTESE	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A			A																		
MATÉRIA/MOLÉCULA ORGÂNICA/AÇÚCARES	A	A		?	?				?	A	?		A	A		A	A																			
ANIMAIS/SERES HUMANOS									A		?				A			A																		
CONSUMIDORES														A				A																		
ALIMENTAÇÃO/NUTRIÇÃO							A							A		A		A																		
CADEIA ALIMENTAR														A				A																		
CARBONATO DE CÁLCIO (Moluscos)				A														A																		
HUMO																		A																		
EXCREÇÃO																		A																		
DECOMPOSITORES	?	?								?								A																		
DECOMPOSIÇÃO							A								A																					
EFEITO ESTUFA/AQUECIMENTO GLOBAL	?	?		A	A					?	A																									

Tabela 2: análise das duas versões escritas para o ciclo do carbono.

Neste ciclo chama a atenção o aumento significativo no número de estudantes que, de uma versão para outra, passam a perceber a importância deste ciclo para os seres vivos, número esse que aumenta de um para seis, conforme o item: noção de ciclo, na tabela anterior. No entanto, o percentual final ainda é baixo, uma vez que na segunda versão apenas 33,3% dos estudantes citam isso como um fator importante.

Aumenta também o número de estudantes que aborda os termos: produtores, fotossíntese e também expressões como matéria/molécula orgânica/açúcares em seu material, respectivamente em 27,8%, 33,3% e 50%, todos esses termos implicados na importância deste ciclo para os seres vivos, podendo novamente isto indicar uma correlação entre as disciplinas de Química e Biologia e complexificação dos conceitos.

Embora os dados da tabela indiquem que as melhorias não são muito significativas de forma geral, analisando-se três das produções (2, 27 e 34) percebe-se uma ampliação na qualidade da produção e diminuição nos erros conceituais apresentados.

Em um dos trabalhos (trabalho 2) o estudante tem sua primeira versão bastante reduzida, constituída apenas pela frase: *“O CO₂ é retirado da fotossíntese, e depois devolvido pela respiração de plantas, animais e humanos.”* Isso podendo indicar a dificuldade deste na interpretação da representação gráfica do ciclo. Além de curto, o texto apresenta erros conceituais. A frase: *“O CO₂ é retirado da fotossíntese”* pode indicar que o estudante não compreende os conceitos e simplesmente juntou expressões vistas no ciclo sem grandes preocupações com os significados destas e com o sentido da frase, ou, ainda, que acredita ser o CO₂ um produto da fotossíntese. A primeira hipótese parece ser a mais indicada uma vez que a frase segue expressando a compreensão do estudante de que este gás é *“devolvido à atmosfera através da respiração”*, podendo o termo devolvido indicar que em algum momento este gás é retirado da atmosfera.

Na segunda versão deste estudante ele indica que *“o CO₂ é retirado do ambiente pelos produtores (árvores) que fazem com que o gás carbônico vire moléculas orgânicas...”*. Através desta frase observa-se uma melhora na produção do estudante uma vez que este já deixa claro que o gás carbônico é utilizado pelas plantas e não resultado da fotossíntese. No entanto se percebe que a reação química envolvida nesse processo provavelmente não foi compreendida, o que pode ser observado pelo uso do termo “vire” pelo estudante, ou, pelo menos, que o vocabulário químico ainda é bastante pobre.

Outro fator positivo nesta segunda versão é a citação de outros conceitos no ciclo,

por exemplo, a contribuição da queima de combustíveis na produção de CO_2 e o processo de desmatamento como fator de desequilíbrio no ciclo.

Essas evidências são observadas, por exemplo, no trabalho que segue.

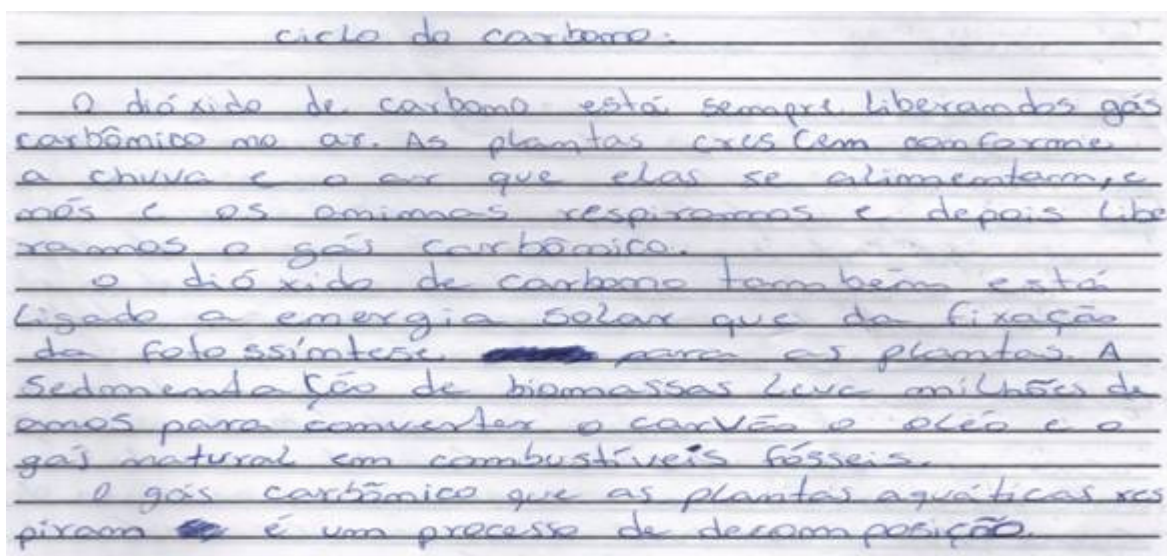


Figura 3: primeira versão do texto – trabalho 27

Percebe-se nessa primeira versão que o texto produzido pelo estudante é bastante desconexo, por exemplo, no trecho: “as plantas crescem conforme a chuva e o ar que elas se alimentam, e nós e os animais respiramos e depois liberamos o gás carbônico”.

Essa construção parece indicar que a noção de ciclo não é clara para o estudante, uma vez que parece que ele simplesmente lança as informações no papel sem buscar relações entre os conceitos.

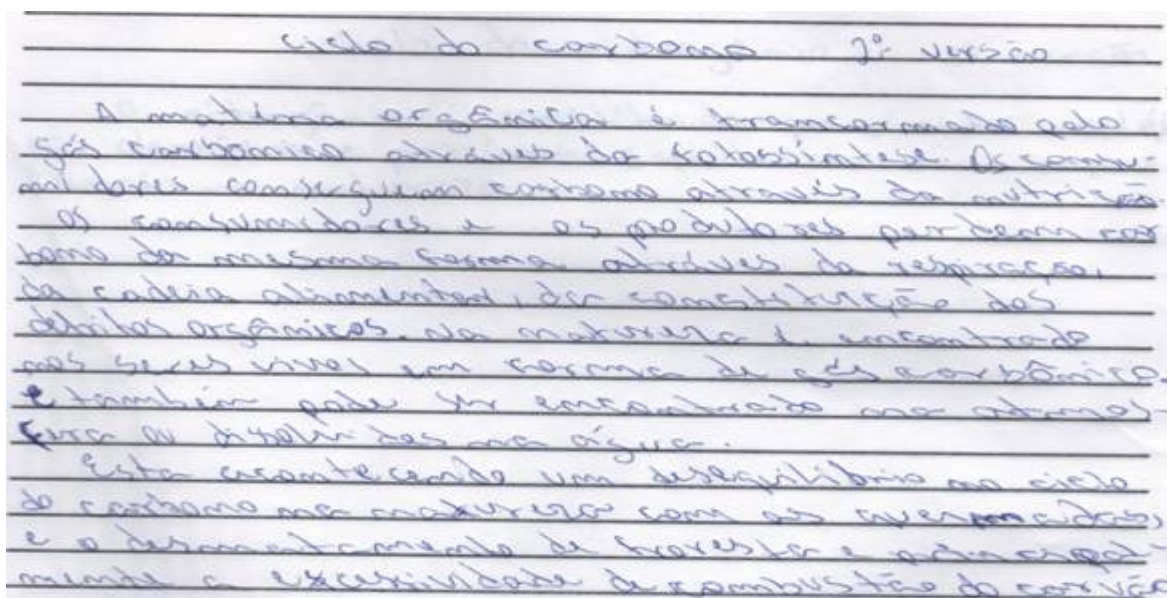


Figura 4: segunda versão do texto – trabalho 27

Já na segunda versão, ainda que problemas conceituais apareçam, termos como consumidores e produtores que não apareciam na primeira versão passam a fazer parte. Além disso, o estudante aborda o desequilíbrio no ciclo em função da poluição sendo esse um fato bastante positivo, quando cita: “*Esta acontecendo um desequilíbrio no ciclo do carbono na natureza com as queimadas, e o desmatamento de florestas e principalmente a excessividade de combustão do carvão.*”.

Ciclo do Nitrogênio:

No total vinte e dois estudantes realizaram toda a tarefa, ou seja, apresentaram primeira e segunda versões escritas, sendo então este o material que será analisado.

LEGENDA: D = Discursivo; A = Aparece; C = Comenta; E = Explica; ? =Indefinido

1ª VERSÃO ESCRITA																																																										
FATOR ANALISADO	1	2	3	6	8	9	10	12	13	14	16	17	18	22	23	24	26	27	28	29	31	34																																				
Forma do texto	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D																					
Noção de ciclo									?																																																	
Importância do ciclo para os seres vivos				?																																																						
Conceitos/palavras citados:																																																										
ATMOSFERA/AR	A			A		A	A			A	A					A	A																																									
NITROGÊNIO (N2)	A	A			A	A	A			A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A																		
BACTÉRIAS	A	A			A		A	A		A	A	A	A	A	A																																											
CIANOFÍCEAS	?												?																																													
LEGUMINOSAS	A	A			A					A	A	A																																														
PLANTAS	A																																																									
FERTILIZANTES/FIXAÇÃO INDUSTRIAL					A					A	A																																															
ADUBO																																																										
EXCREÇÃO	A									A	A	A	A	A																																												
ANIMAIS/SERES HUMANOS	A									A	A	A	A	A																																												
AMÔNIA/AMÔNIO	A	A				A																																																				
NITRITOS/NITRATOS																																																										
DESNITRIFICAÇÃO																																																										
ÁCIDOS NUCLÉICOS/PROTEÍNAS/COMP. NITROG.																																																										
ALIMENTAÇÃO																																																										
DECOMPOSIÇÃO																																																										
ANIMAIS OBTÊM N DA ALIMENTAÇÃO																																																										

2ª VERSÃO ESCRITA																																																										
FATOR ANALISADO	1	2	3	6	8	9	10	12	13	14	16	17	18	22	23	24	26	27	28	29	31	34																																				
Forma do texto	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D																
Noção de ciclo			A	?	?																																																					
Importância do ciclo para os seres vivos																																																										
Conceitos/palavras citados:																																																										
ATMOSFERA/AR	A				A	A	A	A	A																																																	
NITROGÊNIO (N2)	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A															
BACTÉRIAS	A	A	A	A	A	A	A	A																																																		
CIANOFÍCEAS	A	?																																																								
LEGUMINOSAS	A	A			A	A	A	A	A																																																	
PLANTAS	A	A	A							A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A															
FERTILIZANTES/FIXAÇÃO INDUSTRIAL																																																										
ADUBO																																																										
EXCREÇÃO																																																										
ANIMAIS/SERES HUMANOS																																																										
AMÔNIA/AMÔNIO	A	A																																																								
NITRITOS/NITRATOS	A																																																									
DESNITRIFICAÇÃO																																																										
ÁCIDOS NUCLÉICOS/PROTEÍNAS/COMP. NITROG.																																																										
ALIMENTAÇÃO	A	A																																																								
DECOMPOSIÇÃO	?																																																									
ANIMAIS OBTÊM N DA ALIMENTAÇÃO	A																																																									

Tabela 3: análise das duas versões escritas para o ciclo do nitrogênio.

Na análise deste material percebe-se que aumenta de um para sete o número de estudantes que apresentam em suas produções textuais a noção de ciclo, de cinco para dezenove o número de estudantes que citam plantas, de quatro para catorze o número que

cita ácidos nucleicos, proteínas e compostos orgânicos nitrogenados como parte integrante de seu ciclo, de dez para dezenove os que comentam a alimentação como fonte de nitrogênio para os animais. Todas essas melhoras podem indicar um aprofundamento na compreensão do ciclo, dos conceitos implicados neste e nas relações entre as disciplinas de biologia e química.

Observa-se um aumento de sete para dezesseis o número de estudantes que passa a citar nitritos/nitratos em sua segunda versão, após as reações de oxidação terem sido trabalhadas com a turma.

Analisando o material em que houve melhora na escrita essa se dá principalmente na quantidade de itens abordados e na complexificação da representação do ciclo. Em um dos casos (trabalho nove) a segunda versão trata das bactérias existentes nas raízes das leguminosas, da fixação atmosférica de nitrogênio, a utilização de fertilizantes industriais, itens esses não abordados na primeira versão.

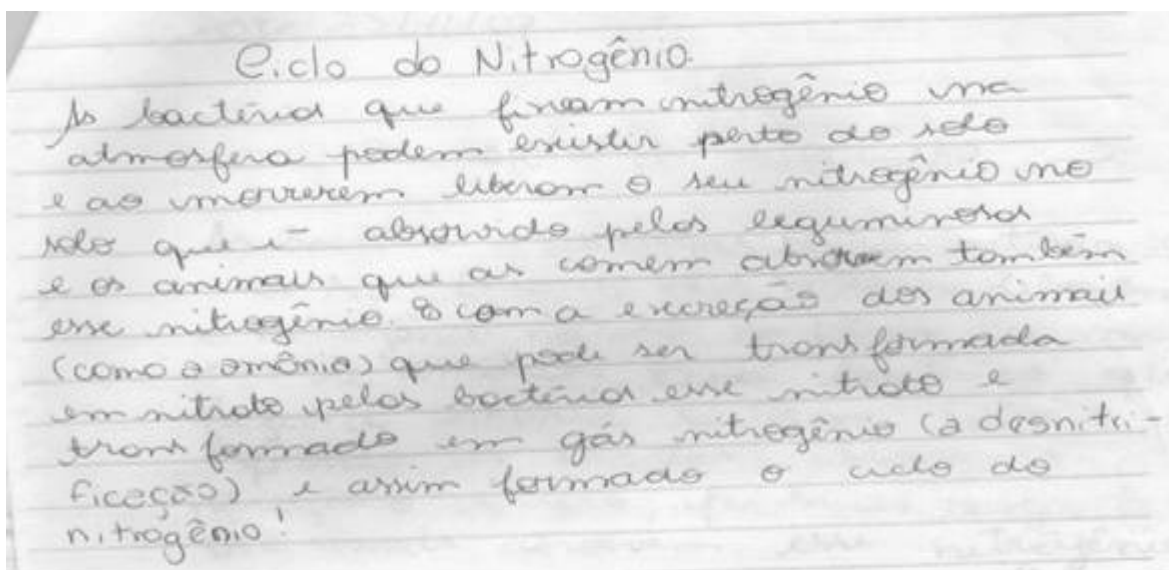


Figura 5: primeira versão do texto – trabalho 09

Percebe-se nessa primeira versão (na primeira linha) “..fixam nitrogênio na atmosfera...” o que pode indicar que a estudante não compreende os conceitos e simplesmente juntou expressões vistas no ciclo sem grandes preocupações com os significados destas e com o sentido da frase, ou, ainda, que acredita que o N_2 será fixado na atmosfera ao invés de retirado dela. A primeira hipótese parece ser a mais indicada uma vez que a frase segue expressando a compreensão da estudante de que este gás é “*liberado no solo*”, podendo o termo liberado indicar que em algum momento este gás é retirado da atmosfera e absorvido pela bactéria.

O ciclo do NITROGÊNIO - 2ª versão

As bactérias e as algas podem retirar do ar N_2 . Quando elas morrem liberam o nitrogênio no solo, na forma de moléculas de amônia. Há bactérias que fazem a amônia se tornar nitrato, e quando as plantas absorvem o nitrogênio do solo, por suas raízes e os animais absorvem esse nitrogênio quando comem as plantas. Há algumas bactérias que absorvem o nitrogênio do ar sem estarem no solo e sim nas raízes das leguminosas. Quando elas fazem essa absorção elas dão parte do nitrogênio para as plantas. Os relâmpagos também contribuem para o ciclo, pois quando ele libera a energia contida nele, há uma reação entre o oxigênio e o hidrogênio formando o dióxido de nitrogênio convertido a nitrato que caminha no solo carregado pelas chuvas! Quando os animais defecam liberam no solo o nitrogênio. O seu cocô por ex. é usado como adubo e assim as bactérias ali o absorvem! Os fertilizantes usados pelas indústrias contêm nitrogênio que ao ser jogado no solo as bactérias ali existentes absorvem. As bactérias desnitrificantes são aquelas que transformam o nitrato em N_2 , então assim é feita a devolução do N_2 para a atmosfera.

Figura 6: segunda versão do texto – trabalho 09

Já nessa segunda versão percebe-se a presença de muitos termos que não foram nominados na primeira versão como cianofíceas, fertilização industrial, adubo. Além disso, observa-se a produção de um texto mais complexo nessa versão que na anterior.

Considerações Gerais

Faz-se necessário explicitar que se tem claro nesta proposta que a percepção e a imaginação são processos diferentes, ainda que diretamente relacionados. E que a compreensão e interpretação de representações externas de qualquer natureza são frutos de

um processo complexo que supõem a representação interna da informação externa de maneira pessoal, construtiva e integrativa (Fanaro, Otero e Greca, 2005).

Desse modo, durante a aplicação dessa atividade as primeiras versões produzidas tinham como intenção fornecer quais as interpretações que os estudantes conseguiam fazer da representação de um ciclo biogeoquímico, através da análise do material apresentado. Mas posteriormente os ciclos foram discutidos com a turma, nas aulas de Química e de Biologia e procurou-se, através das segundas versões produzidas pelos estudantes, analisar-se que progressos, no sentido de complexificação de conceitos, melhorias na escrita, eram construídos ao longo desse processo.

Sobre o ciclo da água verifica-se que a melhoria nas representações dos estudantes ocorre pelo fato de que nas segundas versões, tanto escritas como gráficas, a noção de ciclo está mais presente. Além disso, o fato de os estudantes se darem conta a ponto de fazerem o registro de que esse ciclo é importante para os seres vivos nos leva a acreditar que o trabalho integrado entre as disciplinas de Química e Biologia, pode possibilitar uma maior relação entre conceitos/conhecimentos dessas áreas pelos estudantes.

O trabalho na área específica das ciências naturais se utiliza das habilidades de leitura e escrita em diferentes situações de aula, que vão desde a elaboração de questionários, de apontamentos, até a interpretação e construção de representações gráficas diversas. Além disso, podemos identificar a linguagem como um dos meios escolares mais usuais pelos quais aprendemos, compreendemos, construímos e comunicamos o conhecimento (Lopes e Dulac, 1998).

Além disso, como sugere Demo (2005) elaborar implica o gesto de dentro para fora de fazer-se autor de proposta própria. É a maneira que temos de tomar uma idéia que está fora de nós e fazê-la parte de nós. Os estudantes precisam constantemente fazer textos próprios.

Com base nessas colocações, outra constatação que nos parece positiva é o fato de que na segunda versão de seus textos aumenta o número de estudantes que realizam essa produção de maneira dissertativa. Entendemos que neste tipo de produção as conexões entre conceitos, a racionalização do todo aprendido, no sentido de buscar relações e tentar linearizá-las para a produção de um material que seja compreendido por outro, é fator positivo e pode sinalizar uma maior compreensão do ciclo e suas relações/implicações por parte dos estudantes.

Principalmente no ciclo da água, em que a linguagem escrita aparecia no material gráfico apresentado aos estudantes trazendo várias definições, percebe-se que a primeira versão construída pela maioria desses se restringia a uma cópia do que era observado na figura. No entanto, ao realizarem a segunda versão os estudantes, em sua maioria, produzem um texto próprio buscando a integração de conhecimentos/conceitos abordados em aula o que pode ser observados pelas figuras 1 e 2.

Quanto às representações gráficas, considera-se positivo o aumento no número de estudantes que aponta as mudanças de estado físico de maneira correta. No entanto, como esse aumento foi pequeno e em alguns casos (por exemplo, no desenho 4) percebeu-se que esses conceitos ainda apresentavam problemas, esta atividade também serviu para identificar-se que esse assunto deveria ser retomado com a turma.

Também o fato de que em mais trabalhos apareceram vegetais e animais, pode ser um indicativo da noção da importância deste ciclo para os seres vivos, por parte dos estudantes.

Para o ciclo do carbono alguns dados são curiosos: aumenta o número de estudantes que aborda os termos: produtores, fotossíntese e também expressões como matéria/molécula orgânica/açúcares em seu material. Todos esses termos estão implicados na importância deste ciclo para os seres vivos, podendo novamente isto indicar uma correlação entre as disciplinas de Química e Biologia e complexificação dos conceitos, além desse fato poder indicar que as reações químicas trabalhadas em aula, podem ter sido fator determinante nesse caso. Contudo, diminui o número de estudantes que usam termos como: gás carbônico, erupções vulcânicas, combustíveis fósseis, respiração, plantas entre outros. Uma possibilidade para explicar-se isso é a ampliação do vocabulário dos estudantes e a proposta dos mesmos em integrar conceitos estudados em aula na interpretação/entendimento dos ciclos.

Na análise do material produzido para o ciclo do nitrogênio percebe-se que aumenta significativamente o número de estudantes que apresentam a noção de ciclo, que citam palavras como: plantas, ácidos nucleicos, proteínas e compostos orgânicos nitrogenados como parte integrante de seu ciclo, que comentam a alimentação como fonte de nitrogênio para os animais. Todas essas melhoras podem indicar um aprofundamento na compreensão do ciclo, dos conceitos implicados neste e nas relações entre as disciplinas de Biologia e Química.

Observa-se um aumento no número de estudantes que passa a citar nitritos/nitratos em sua segunda versão, após as reações de oxidação terem sido trabalhadas com a turma.

Como esse foi o último ciclo a ser desenvolvido com os estudantes também se pode considerar que as melhorias mais significativas nesse ciclo podem ser fruto do trabalho contínuo, desenvolvido com os estudantes de reconstrução do material a cada estudo, que o “hábito” desenvolvido de produção textual pode ter implicado numa melhoria ainda maior nessa parte final da atividade.

Referências Bibliográficas

- BARDIN, Laurence. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70, 1995.
- COLL, C.; ONRUBIA, J. A construção de significados compartilhados em sala de aula: atividade conjunta e dispositivos semióticos no controle e no acompanhamento mútuo entre professor e aluno. In: COLL, C.; EDWARDS, D. (Org.). *Ensino, Aprendizagem e Discurso em Sala de Aula: aproximações ao estudo do discurso educacional*. Porto Alegre: ArtMed, 1998.
- DEMO, P. *Ser professor é cuidar que o aluno aprenda*. 4ª Edição. Porto Alegre: Ed. Mediação, 2005.
- DUVAL, R. Interaction des niveaux de représentation dans la compréhension des testes. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, 4, p.163–196, 1991.
- DUVAL, R. *Semiosis y pensamiento humano. Registros semióticos y aprendizajes intelectuales*. Cali. Colombia: Edita: Universidad del Valle y Peter Lang S.A., 1999.
- EGRET, M.A. Comment une classe de quatrième a pris de conscience de ce qu'«est une démarche de démonstration. *Annales de Didactique et de Sciences cognitives*, 2, p.41–64, 1989.
- FANARO, M.; OTERO, M. R.; GRECA, I. Las imágenes en los materiales educativos: las ideas de los profesores. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* v.4, n.2, 2005.
- GARCÍA, J.J; PERALES, F.J. ¿Cómo usan los profesores de Química las representaciones semióticas? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* v. 5, n. 2, p.247-259, 2006.
- LOPES, C. V. M.; DULAC, E. B. F. Idéias e palavras na/da ciência ou leitura e escrita: o que a ciência tem a ver com isso? In: NEVES, I. C. B; SOUZA, J. V.; SCHÄFFER, N. O.; GUEDES, P. C.; KLÜSENER, R. *Ler e escrever: compromisso de todas as áreas*. Porto Alegre: Ed da Universidade/UFRGS, 1998.

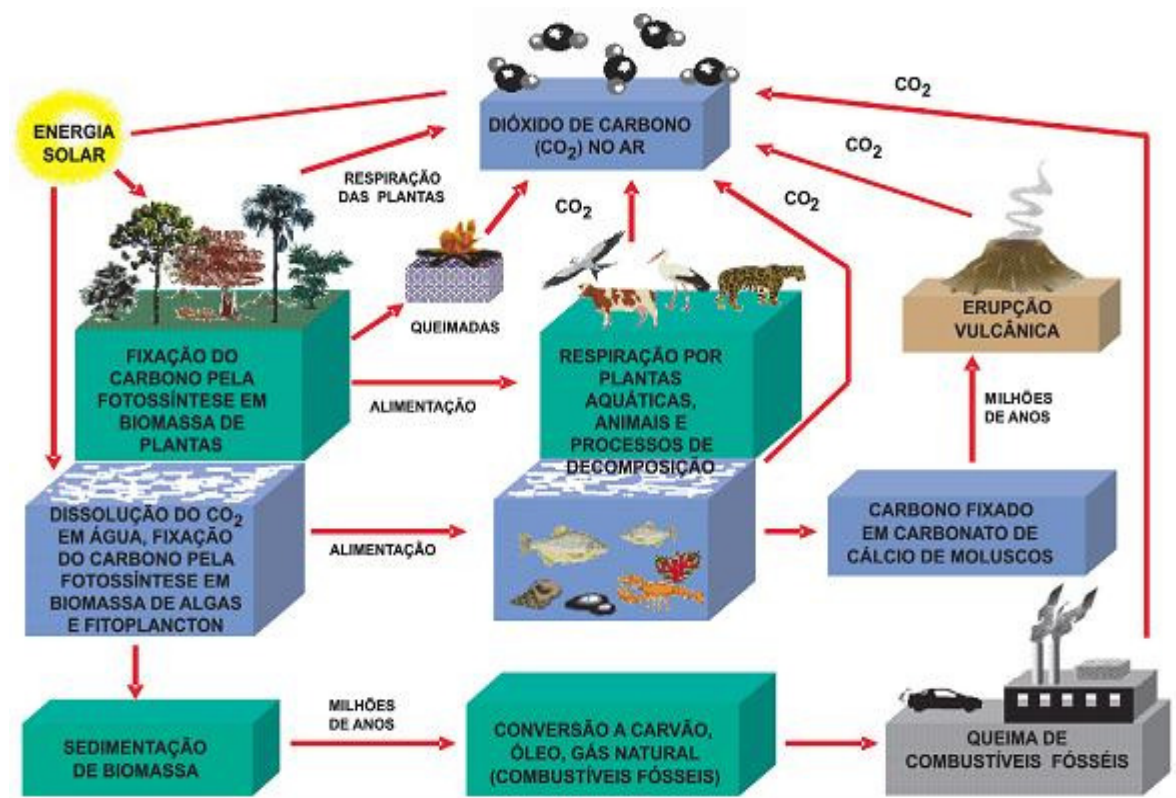
MÁRQUEZ, C.; IZQUIERDO, M.; ESPINET, M. Comunicación Multimodal em la Clase de Ciencias: El Ciclo Del Agua . *Enseñanza de Las Ciencias*, v. 21, n. 3, p.371-386, 2003.

MARTINS, C.R. et al. Ciclos Globais de Carbono, Nitrogênio e Enxofre: a Importância na Química da Atmosfera. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, n. 5, p.28-41 – Novembro 2003.

ROSA, R.S.; MESSIAS, R.A; AMBROZINI, B. *Importância da compreensão dos ciclos biogeoquímicos para o desenvolvimento sustentável*, Monografia – Instituto de Química São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003. Orientação: Prof^a Dr^a Maria Olímpia de O. Rezende.

Anexo 2

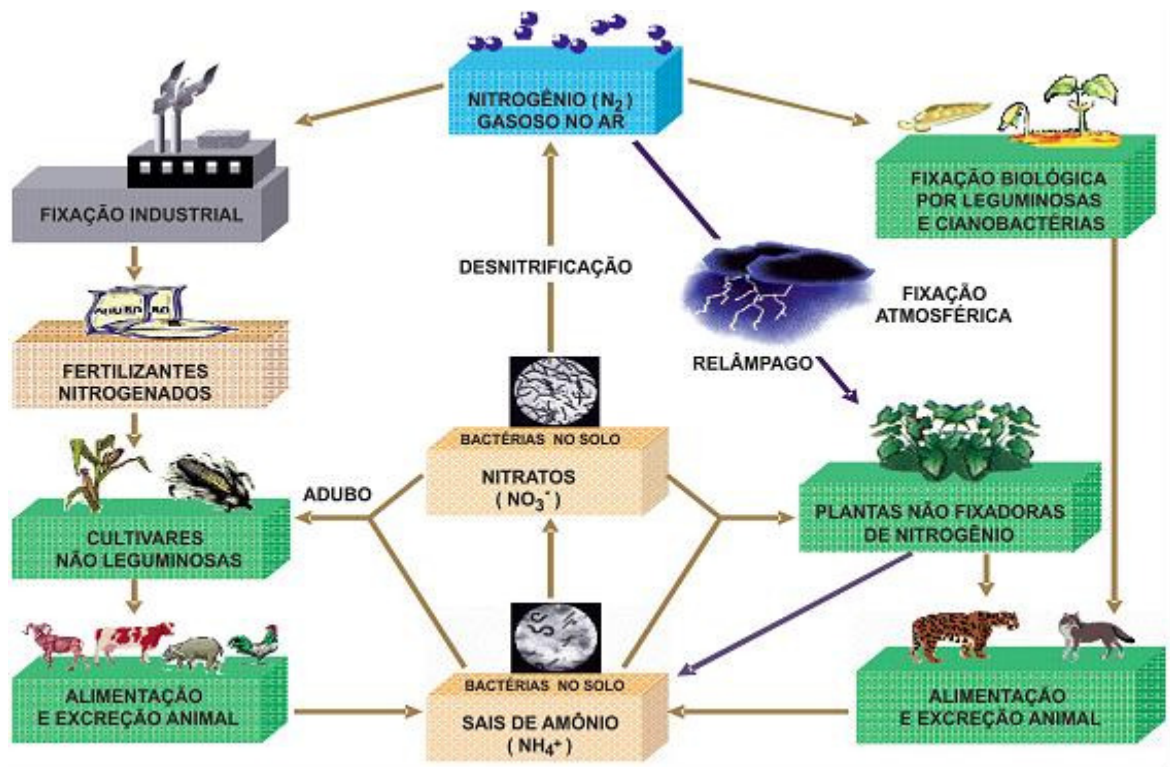
Representação do ciclo do Carbono apresentado aos estudantes



(Martins et al, 2003)

Anexo 3

Representação do ciclo do Nitrogênio apresentado aos estudantes



(Martins et al, 2003)

SHERLOCK HOLMES E O CASO DOS TRÊS – UMA ATIVIDADE DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Introdução

Neste capítulo apresenta-se a análise da aplicação de uma atividade de resolução de problemas como estratégia para o ensino de química.

Aprender é uma atividade complexa, os professores elaboram atividades e as aplicam para, a partir delas, interagir com um conjunto de estudantes e promover que esses se apropriem do conhecimento que se propôs a ensinar (Gómez Moliné, 2007).

Quanto mais diversificadas as atividades propostas tanto mais chances de que os estudantes se envolvam nessas e maior a possibilidade de que a aprendizagem se dê.

Entre essas atividades a resolução de problemas é uma opção. Ensinar ciências por meio da resolução de problemas supõe entender o conhecimento como a busca de respostas a uma pergunta previamente formulada. Infelizmente nas aulas o mais comum é que o estudante se veja submetido a uma avalanche de respostas definitivas a perguntas que nunca lhe inquietaram e sobre as quais nem sequer realmente chegou a pensar (Pozo et al, 1995).

A escolha da resolução de problemas como forma de abordagem se deu a partir de observações, que foram realizadas em sala de aula durante anos anteriores, de que os estudantes embora acostumados a um volume muito grande de informações, têm dificuldade de fazer relações entre as informações disponíveis (principalmente em diferentes áreas do conhecimento), analisar criticamente dados e textos, além de se sentirem constrangidos com a formulação de hipóteses “erradas”.

Quando um aluno ou qualquer pessoa enfrenta uma tarefa do tipo denominada resolução de problemas, precisa colocar em ação uma ampla série de habilidades e conhecimentos (Pérez Echeverría e Pozo, 1998).

A definição de problema dada por Krulik e Rudnik (1980), apresentada em Gil. et al (1992), é: “...um problema é uma situação, quantitativa ou não, que pede uma solução para a qual os indivíduos implicados não conhecem meios ou caminhos evidentes para obtê-la”.

Nessa perspectiva a atividade de resolução de problemas proposta foi um “caso” do tipo Sherlock Holmes em que, para a resolução, os estudantes deveriam mobilizar conhecimentos de química como densidade e propriedades físicas e químicas dos metais. Além disso, procurou-se perceber que estratégias os estudantes mobilizavam para resolver uma situação problema. Se os estudantes se davam conta de quais dados do texto proposto eram pertinentes para a solução do problema, de que maneira utilizavam esses dados e em que medida elaboravam hipóteses para solucionar o “caso”.

Nesse trabalho, foi proposta para a turma a leitura de uma história. O texto utilizado nesta atividade (Rybolt e Waddell, 2002), traduzido para o português, usa o personagem Sherlock Holmes que, para resolver um crime, lança mão de propriedades químicas e físicas dos metais para sua investigação.

Intentou-se com esta proposta que a utilização de uma narrativa de caráter literário pudesse servir como fator motivador para turma. Além disso, para resolver o “mistério” proposto pelos autores os estudantes precisariam mobilizar, entre outros, conhecimentos químicos.

Gómez Moliné (2007) afirma que para resolver um problema os estudantes devem recordar os conteúdos teóricos relevantes, selecionar os conceitos e procedimentos necessários e saber aplicá-los, além de que a resolução de problemas exige dos estudantes: pensar, participar, propor e projetar, ao invés de ouvir, escrever e memorizar (García, 2000).

Conforme Pozo e Gómez Crespo (1998) os problemas escolares se situam em uma posição intermediária entre os problemas cotidianos e os da ciência. Para os problemas cotidianos se busca apenas um resultado, e a compreensão deste é a mínima requerida para a sua solução, além de que esses problemas são encontrados pelos sujeitos. Já a finalidade de uma pesquisa científica é obter o máximo de compreensão sobre o problema estudado, e a Ciência está constantemente procurando novos problemas. E nessa situação intermediária, os estudantes tenderão a resolver os problemas escolares, como fazem com os cotidianos, o que torna necessário gerar neles uma atitude mais ativa na busca de problemas e de reflexão sobre o seu significado.

Segundo esses mesmos autores a função dos problemas escolares não deveria ser tanto alcançar um determinado resultado como compreender o processo que leva a esse resultado.

Nessa perspectiva, buscou-se verificar se os estudantes conseguiam perceber quais os conceitos de química implicados na possibilidade de resolver o problema e de que maneira levantavam hipóteses para a resolução da situação proposta.

Metodologia

Num primeiro momento os estudantes se reuniram em pequenos grupos (sete), escolhidos por eles mesmos por afinidade e fizeram a leitura do texto Sherlock Holmes e o caso dos três, em anexo ao final deste capítulo.

Após o texto, são propostas quatro perguntas:

- 1) O que os testes químicos de Holmes informavam sobre os metais?
- 2) O que os testes físicos dizem a Holmes sobre a identidade de cada metal?
- 3) Quem tentou matar o Sr. Wickersham e o que fez Holmes chegar a essa conclusão?
- 4) Por que Holmes considerou a situação mais grave do que ele inicialmente imaginava?

Depois se solicitou aos estudantes que discutissem no grupo suas impressões do texto e que lembrassem que as respostas às questões, principalmente um e dois, poderiam facilitar a resolução, sendo estas um apoio para os estudantes na solução do problema tornando-o mais fechado (Pozo e Gómez Crespo, 1998). Sendo considerado, nesse caso, como solução do problema, a resposta a primeira parte da terceira questão, ou seja, quem tentou matar o senhor Wickersham. Também se pediu que eles registrassem as respostas e que, com base na discussão, elaborassem hipóteses para a questão três.

Além disso, na sala onde os estudantes realizavam esta atividade existiam livros de química para consulta, para que os estudantes tivessem a possibilidade de buscar respostas aos questionamentos surgidos a partir do texto.

Contudo, nem todos os trabalhos entregues pelos grupos deixavam claro quais as hipóteses levantadas e como chegaram a algumas conclusões. Então, realizou-se uma análise comparativa entre a resolução de um grupo, formado por estudantes de ambos os sexos, que apresenta explicações superficiais para a sua solução (RESOLUÇÃO 1), um grupo, formado somente por meninas, que usa mais dados e respostas mais formalizadas para as questões um e dois, embora não faça relação dessas respostas com as hipóteses formuladas (RESOLUÇÃO 2) e um terceiro, formado também somente por meninas, em

que as respostas são apresentadas de forma mais complexa e detalhada (RESOLUÇÃO 3), além de se conseguir identificar todos os passos seguidos pelas estudantes na resolução do problema (Pozo, 1995).

Os trabalhos foram analisados usando-se os critérios para avaliar o domínio de cada uma das fases de solução de problemas, propostos por Pozo e Gomez Crespo (p.101, 1998).

Resultados e discussões

Para a discussão, analisou-se cada trabalho individualmente para que se fizessem algumas inferências sobre as respostas dadas pelos estudantes.

RESOLUÇÃO 1:

- 1) O que os testes químicos de Holmes informavam sobre os metais?

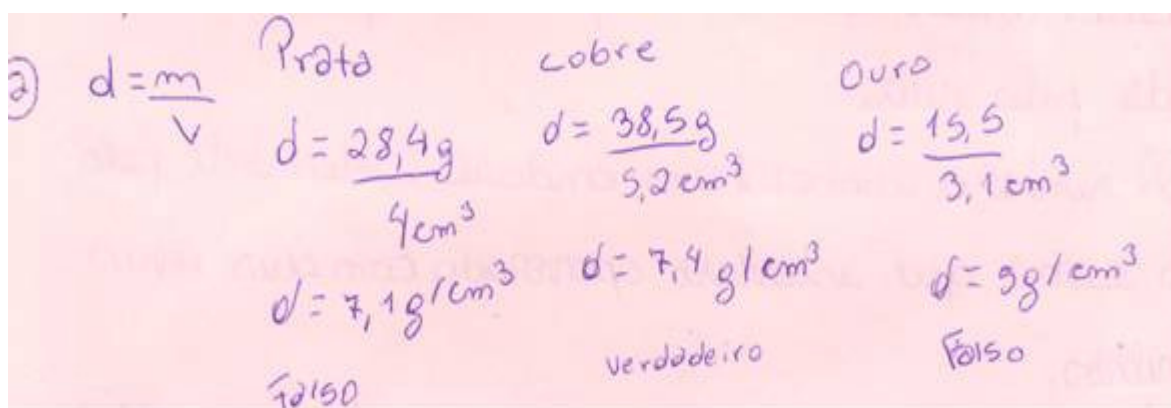


1. Que os metais são falsos.

Figura 1: resposta do grupo 1 para a questão sobre testes químicos.

Percebe-se a diferença deste trabalho para aqueles apresentados a seguir. Os estudantes fornecem a resposta correta, mas não dão nenhum indicativo de como chegaram a essa conclusão. Não há menção alguma dos testes de reatividade realizados por Sherlock Holmes.

- 2) O que os testes físicos dizem a Holmes sobre a identidade de cada metal?



a) $d = \frac{m}{v}$

Prata	Cobre	Ouro
$d = \frac{28,4g}{4cm^3}$	$d = \frac{38,5g}{5,2cm^3}$	$d = \frac{15,5}{3,1cm^3}$
$d = 7,1g/cm^3$	$d = 7,4g/cm^3$	$d = 5g/cm^3$
falso	verdadeiro	falso

Figura 2: resposta do grupo 1 para a questão sobre testes físicos.

Nesse trecho os estudantes fazem uso da fórmula de densidade, mas em nenhum momento aprofundam suas respostas. Também não há nenhuma referência a que

informação os estudantes usam para identificar como verdadeiros ou falsos os metais nas suas colocações. Mas pode supor-se que os estudantes tenham considerado o cobre como verdadeiro porque, dos metais analisados no texto, este é o que tem a densidade mais próxima da real.

3) Quem tentou matar o Sr. Wickersham e o que fez Holmes chegar a essa conclusão?

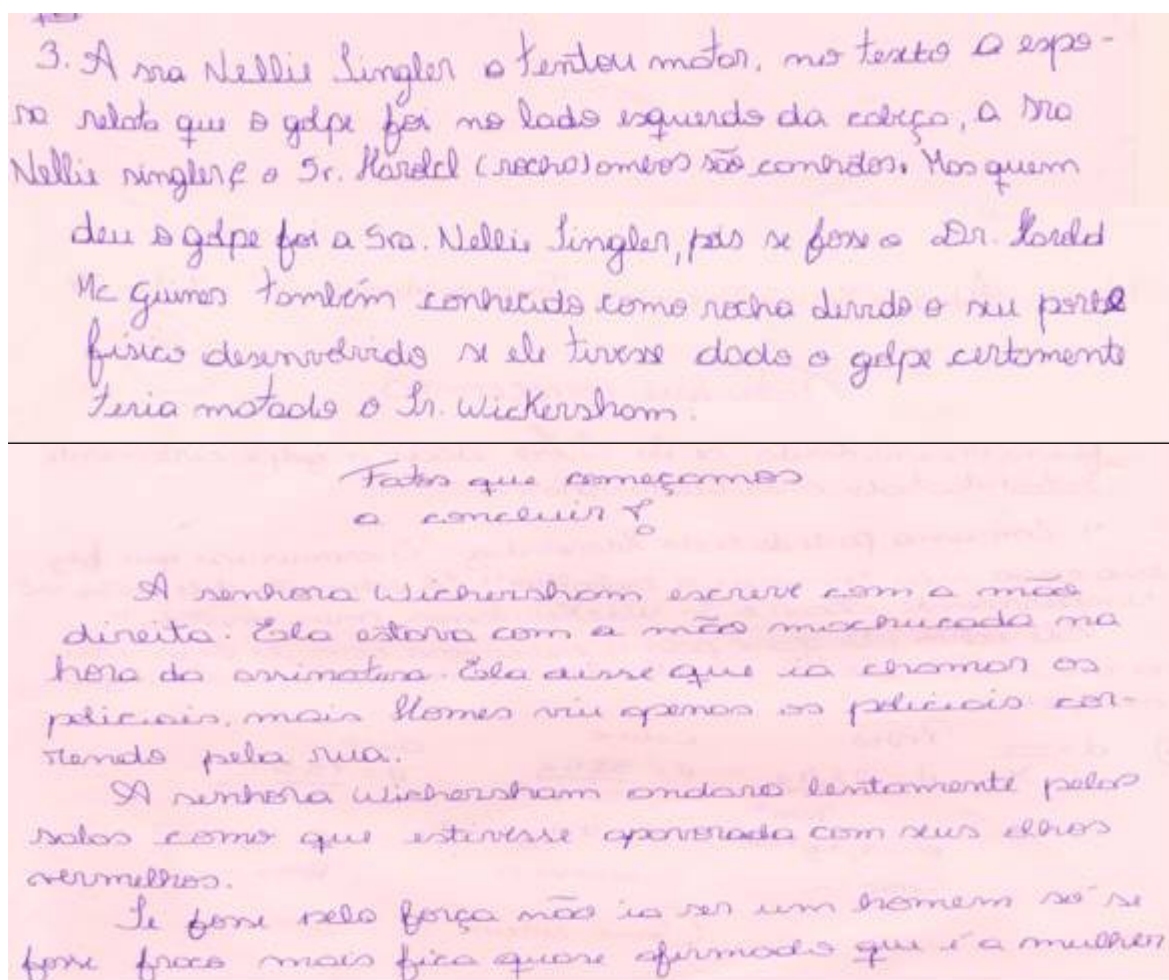


Figura 3: hipóteses do grupo 1 para a solução do problema.

Observa-se para essa resposta, que num primeiro momento os estudantes atribuem a responsabilidade à esposa do relojoeiro apenas baseados nos dados circunstanciais da cena do crime, mas que não levam em consideração as análises realizadas pelo personagem investigador para a proposta de suas hipóteses.

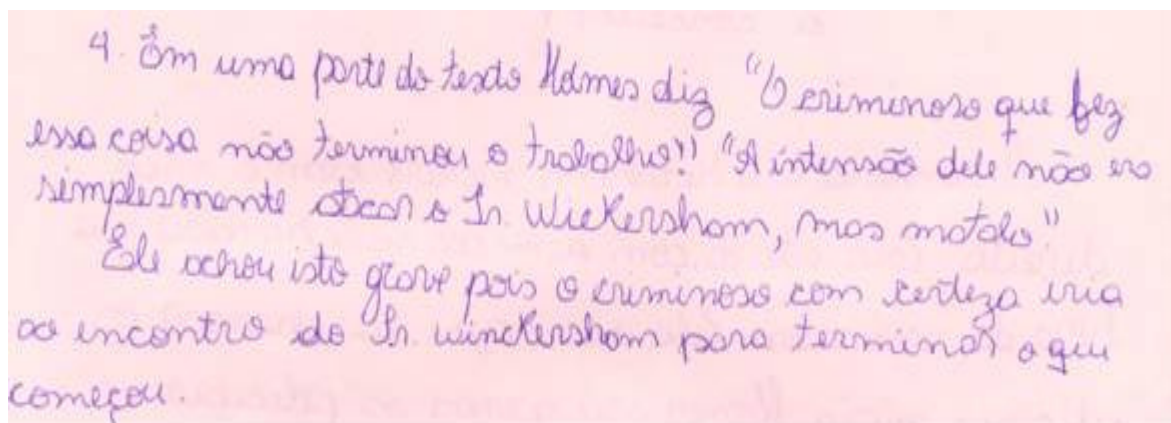
Posteriormente, após a discussão no grupo de que os metais eram falsos e de um dos colegas afirmar que isso era um dado importante, os estudantes reformulam sua hipótese.

Ainda assim, nessa questão não há nenhum indicativo do uso dos conhecimentos químicos (propriedades químicas e físicas dos metais) por parte deste grupo nas suas hipóteses. Todas as “acusações” são feitas com base em hipóteses formuladas para questões circunstanciais (de que lado da cabeça se deu o golpe, se a acusada era destra ou não, etc.).

Além disso, pela colocação “...pois se fosse o Dr. Harold Mc Guines também conhecido como rocha devido o seu porte físico desenvolvido se ele tivesse dado o golpe certamente teria matado o Sr. Wickersham.” percebe-se que o grupo não leva em consideração, pelo menos não de forma explícita, que o professor Harold, por ser pesado faria ruído ao caminhar pela loja e provavelmente não surpreenderia o relojoeiro acertando-o pelas costas.

Segundo Gómez Crespo e Pozo (1998) é freqüente que para problemas qualitativos os estudantes, ao invés de realizarem uma busca exaustiva dos possíveis fatores para encontrar argumentos a favor ou contra cada um deles, se deixem guiar por regras que proporcionam respostas rápidas, embora nem sempre rigorosas. O que é verificado pelo fato de que os estudantes dão respostas certas para as questões 1 e 2, mas em nenhum momento parecem usar esses dados na formulação de suas hipóteses nem na verificação das mesmas.

4) Por que Holmes considerou a situação mais grave do que ele inicialmente imaginava?



4. Em uma parte do texto Holmes diz "O criminoso que fez essa coisa não terminou o trabalho!" "A intenção dele não era simplesmente atacar o Sr. Wickersham, mas matá-lo." Ele achou isto grave pois o criminoso com certeza iria ao encontro do Sr. Wickersham para terminar o que começou.

Figura 4: resposta do grupo 1 para a questão sobre a gravidade da situação.

Quanto a essa questão não há uma fundamentação por parte dos estudantes e as conclusões não levam em consideração o fato de mais de uma pessoa ter enganado o relojoeiro.

RESOLUÇÃO 2:

1) O que os testes químicos de Holmes informavam sobre os metais?

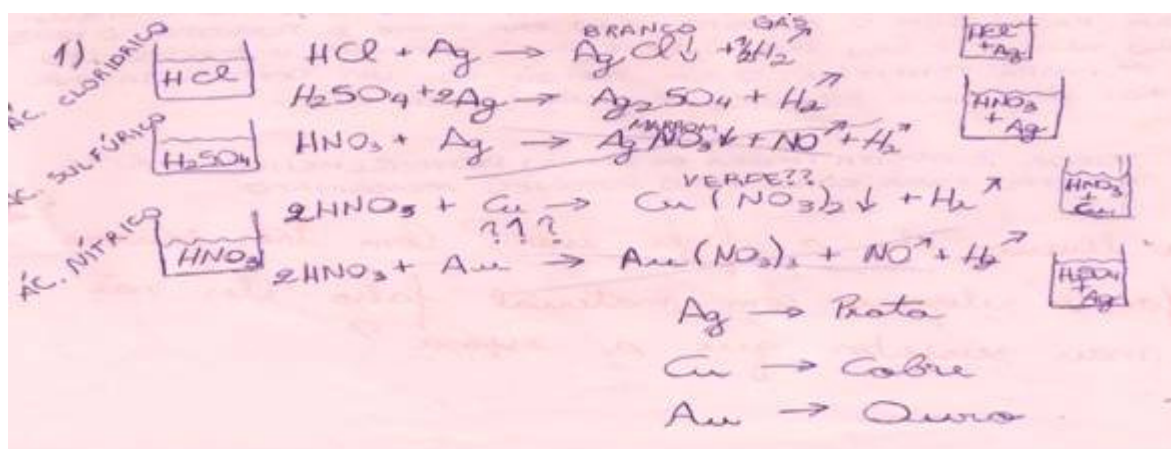


Figura 5: resposta do grupo 2 para a questão sobre testes químicos.

Na resolução deste grupo percebe-se que fazem o uso de equações químicas, inclusive com indicativos de evidências macroscópicas das reações como, por exemplo, liberação de gás hidrogênio nas quatro primeiras equações e a formação de precipitado de cloreto de prata esperada pela reação deste metal com ácido clorídrico, evidências essas indicadas pelas setas ao lado dessas substâncias nas equações da figura 5; mas não fazem relação com o que é indicado no texto, ou seja, não dão conta de evidenciar que as reações realizadas por Sherlock Holmes informam que os metais são falsos. Daí pode-se inferir que as equações químicas, embora sejam as representações mais complexas em termos de formalismo apresentadas pela turma, são apenas representações sem um entendimento das reações que essas representam para as estudantes deste grupo.

2) O que os testes físicos dizem a Holmes sobre a identidade de cada metal?

Handwritten density calculations:

2) OS TESTES FÍSICOS INDICAM QUE OS METAIS NÃO SÃO REALMENTE O QUE PARECEM SER, POIS OS CÁLCULOS DA DENSIDADE NÃO CONFEREM COM A REALIDADE!

Formula: $d = \frac{m}{V}$

Prata	Cobre	Ouro
$d = \frac{28,4 \text{ g}}{4 \text{ cm}^3}$	$d = \frac{38,9 \text{ g}}{5,2 \text{ cm}^3}$	$d = \frac{19,3 \text{ g}}{3,7 \text{ cm}^3}$
$d = 7,1 \text{ g/cm}^3$	$d = 7,4 \text{ g/cm}^3$	$d = 5 \text{ g/cm}^3$

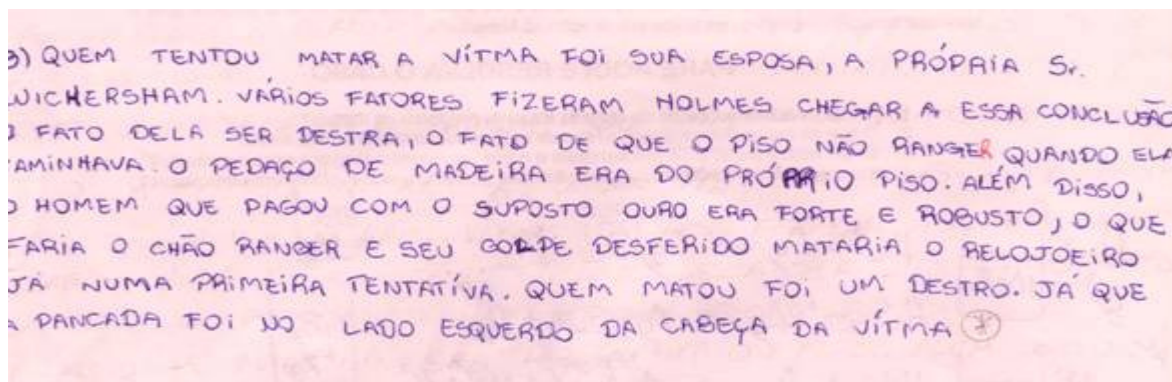
A VERDADEIRA DENSIDADE DO OURO É 19,3 g/cm³ (CONFORME TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS) E OUTRO TESTE FÍSICO QUE COMPROVA QUE O OURO ERA FALSO É O FATO DE ELE TER FRAGMENTADO COM UMA PANCA DA SECA.

Figura 6: resposta do grupo 2 para a questão sobre testes físicos.

Para este grupo também se observa que as respostas dadas são corretas, mas nota-se que o grupo faz comentários explícitos somente para o ouro e não para os demais metais, ao afirmarem “*os testes físicos indicam que os metais não são realmente o que parecem ser, pois os cálculos não conferem... a verdadeira densidade do ouro é $19,3\text{g/cm}^3$* ”, sem a indicação de qual a densidade esperada para os outros metais.

Diferentemente da resposta dada pelo grupo anteriormente analisado, nesse percebe-se que as estudantes buscam mais dados que corroborem com a hipótese dos metais serem falsos, explicitando essas informações, por exemplo, quando fazem referência à maleabilidade do ouro, como indício de que esse metal era falso nas amostras que Sherlock Holmes investigava.

3) Quem tentou matar o Sr. Wickersham e o que fez Holmes chegar a essa conclusão?

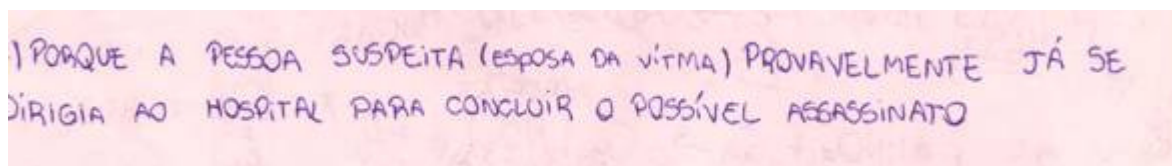


3) QUEM TENTOU MATAR A VÍTIMA FOI SUA ESPOSA, A PRÓPRIA S.
WICKERSHAM. VÁRIOS FATORES FIZERAM HOLMES CHEGAR A ESSA CONCLUSÃO
O FATO DELA SER DESTRA, O FATO DE QUE O PISO NÃO RANDEU QUANDO ELA
CAMINHAVA. O PEDAÇO DE MADEIRA ERA DO PRÓPRIO PISO. ALÉM DISSO,
O HOMEM QUE PAGOU COM O SUPOSTO OURO ERA FORTE E ROBUSTO, O QUE
FAZIA O CHÃO RANDEU E SEU GOLPE DESFERIDO MATARIA O RELOJOEIRO
JÁ NUMA PRIMEIRA TENTATIVA. QUEM MATOU FOI UM DESTRO. JÁ QUE
A PANCADA FOI NO LADO ESQUERDO DA CABEÇA DA VÍTIMA ☹

Figura 7: hipóteses do grupo 2 para a solução do problema.

Depois dos indicativos dados pelas propriedades físicas e químicas dos metais, apontados pelo grupo, ainda assim, esse levanta como hipótese que é a esposa que tenta assassiná-lo ainda que para isso não haja nenhum indício. Pela resposta percebe-se que esse erro vem da premissa de que seria um destro quem teria cometido o ataque. Assim, ainda que todas as outras informações levem ao contrário, o grupo não se dá conta de que teria que repensar essa premissa.

4) Por que Holmes considerou a situação mais grave do que ele inicialmente imaginava?



1) PORQUE A PESSOA SUSPEITA (ESPOSA DA VÍTIMA) PROVAVELMENTE JÁ SE
DIRIGIA AO HOSPITAL PARA CONCLUIR O POSSÍVEL ASSASSINATO

Figura 8: resposta do grupo 2 para a questão sobre a gravidade da situação.

Quanto a essa questão observa-se que as estudantes reafirmam a hipótese de que foi a esposa que cometeu o ataque.

RESOLUÇÃO 3:

1) O que os testes químicos de Holmes informavam sobre os metais?

Para esta questão o trabalho deste grupo traz:

METAL	ÁCIDO CLORÍDRICO	ÁCIDO SULFÚRICO	ÁCIDO NÍTRICO
ouro	— // —	— // —	reage
prata	fumaça branca, líquido esverdeado, desaparece	peg. borbulhamento na sup. do metal	gás marrom, liq. verde, não desaparece
cobre	— // —	— // —	reage

Além disso, outras formas também nos deram o resultado de que todos os elementos são falsos, como mostramos na tabela dos ácidos, o ouro e o cobre poderiam reagir somente na mistura dos ácidos clorídrico e nítrico.

Figura 9: resposta do grupo 3 para a questão sobre testes químicos.

Na primeira parte da questão identifica-se que as estudantes tabulam os dados do texto como forma de organizar as informações e facilitar a consulta. Com base nisso percebe-se que as estudantes buscaram as informações pertinentes, de reatividade dos metais, para resolver a questão, consulta essa realizada nos livros, em sala de aula.

2) O que os testes físicos dizem a Holmes sobre a identidade de cada metal?

COR DO METAL	MUDANÇA NO VOLUME (cm ³)	MASSA (g)	DENSIDADE	
			Res.	Verd.
prateado	4,0	28,4	7,1	→ 10,5
discos de cobre	5,2	38,5	7,40	→ 8,96
dourado	3,1	15,5	5	→ 19,3

A partir da tabela que nos trazia informações do valor de massa e volume, fizemos o cálculo $\frac{m}{V}$, e obtemos o resultado da densidade, cuja é propriedade específica de cada elemento químico e concluímos que todos os metais eram falsos, pois nenhum correspondia com o valor exato da densidade dos elementos.

Foram também testes físicos que informaram que esses metais eram falsos, a exemplo, quando ele martela o ouro e o mesmo se quebra em vários pedaços, sendo que esse metal é o mais maleável e o mais duro que poderia ocorrer e uma deformação.

Figura 10: resposta do grupo 3 para a questão sobre testes físicos.

Já para essa questão as respostas são mais complexas e aprofundadas que na primeira. Uma possibilidade para isso é o fato de que reações químicas era um assunto novo para a turma, enquanto o assunto propriedades dos metais já havia sido estudado. Percebe-se, na resposta delas, que além dos dados de densidade (tanto os calculados no texto como os tabelados) as estudantes também se dão conta de que a amostra de ouro se quebra (o que não era esperado para esse metal) algo bastante positivo uma vez que é mais uma informação que corrobora com a hipótese delas de que os metais eram falsos.

3) Quem tentou matar o Sr. Wickersham e o que fez Holmes chegar a essa conclusão?

Após essas informações, imaginamos que todos teriam motivos para matar o Sr. Wickersham, pois ele descobriu a farsa dos metais, e nos recibos que ele recebeu, havia a assinatura de todos suspeitos, o que serviria de prova, além de informar ao Sr. Holmes que dois deles, Sr. Nellie e o Sr. Gilmore, eram canhotos e o Prof. Hardd era destro.

Figura 11 (A): hipóteses do grupo 2 para a solução do problema.

Nessas suspeitas começam a partir do nome do texto e no momento que o Sr. Wickersham refere-se a "eles" quando fala que foi enganado.

2ª suspeita: as madeiras rangiam apenas quando o Sr. Wickersham caminhava na loja, e já com sua mulher, não ocorria o mesmo, o que nos deu a ideia de que a pessoa que tentou o assassinar não era alguém pesado o suficiente para as madeiras rangirem, aí então descartamos o Sr. Gilmore que tinha o apelido de rocha pela sua grande estatura e sua forma robusta.

3ª suspeita: Nos sobram a Sr. Nellie e o Prof. Hardd, sendo que a Sr. era canhota e o Prof. destro, o que nos fez apontar com mais convicção que a Sr. Nellie foi quem tentou assassinar pois a paulada foi do lado esquerdo da cabeça, na parte posterior, o que quer dizer que ele estava de costas para o assassino e mais provavelmente seria alguém canhoto para fazer isto.

De começo, achamos que os 3 suspeitos poderiam agir em grupo.

Figura 11 (B): hipóteses do grupo 3 para a solução do problema.

Nessa questão identifica-se o uso dos dados químicos (reatividade dos metais), informando que é o fato dos metais serem falsos, o seu ponto de partida. E posteriormente corrobora essas informações com as análises caligráficas realizadas por Sherlock Holmes. Além disso, se percebe que o grupo busca informações ao longo de todo o texto para o levantamento de hipóteses, inclusive levando em conta o título, “o caso dos três”, como fonte de informação.

Nota-se que na primeira parte da resposta as estudantes se equivocam sobre qual o personagem masculino é destro e qual é canhoto, mas isso não tem grandes implicações em seu desenvolvimento, uma vez que a suspeita recai sobre a personagem feminina.

4) Por que Holmes considerou a situação mais grave do que ele inicialmente imaginava?

É por isso que não deixamos Sr. Wickersham sozinho no hospital, mas vimos que o mesmo que o atacou na loja, poderia atacá-lo novamente no hospital, pois Holmes tirou a conclusão que a situação era mais grave do que ele imaginava, pois não se tratava simplesmente de uma tentativa de assalto, mas sim uma tentativa de homicídio e como não "concluiu o trabalho", o suspeito poderia voltar a agir. Pelo fato de todos coincidentemente não pagarem com mercadorias falsas, nos levantamos hipóteses de que talvez eles agiam juntos, como disse anteriormente, mas nada que nos desse certeza disto.

Figura 12: resposta do grupo 3 para a questão sobre a gravidade da situação.

Quanto a essa questão observa-se que as estudantes procuram fundamentar as hipóteses que levantam com base nas conclusões das outras perguntas o que dá consistência ao trabalho das mesmas. Mas também conseguem chegar a conclusão de que as informações dadas não são suficientes para informar se os três “suspeitos” agiam ou não em conjunto.

De maneira geral, usando-se os critérios para avaliar o domínio de cada uma das fases de solução de problemas, propostos por Pozo e Gomez Crespo (p.101, 1998) verifica-se:

- *Observação*

Resolução 1: os estudantes raramente ofereceram alguma indicação ou se deram conta de coisas incomuns ou de detalhes de coisas familiares.

Resolução 2: as estudantes fazem as observações mas não dão seqüência naquilo que descobrem.

Resolução 3: as estudantes usam observações de amplo espectro e centram a observação posterior no que é relevante para a resposta de cada questão.

- *Interpretação da informação*

Resolução 1: os estudantes não tentaram integrar informações parciais para tentar extrair conclusões.

Resolução 2: as estudantes não tentaram integrar informações parciais para tentar extrair conclusões e levam em consideração apenas parte dos dados.

Resolução 3: as estudantes buscam comprovar cuidadosamente as possíveis relações entre as evidências apontadas.

- *Elaboração de hipóteses*

Resolução 1: os estudantes tiram conclusões sem base suficiente sobre possíveis causas, aplicando idéias sem comprovar sua relevância.

Resolução 2: as estudantes tiram conclusões sem base suficiente sobre possíveis causas, aplicando idéias sem comprovar sua relevância.

Resolução 3: as estudantes conseguem identificar a experiência prévia relevante que sugere explicações para os novos fenômenos e pode contemplar explicações alternativas possíveis. (?)

- *Comunicação*

Resolução 1: não tomaram nota durante sua realização e é difícil verificar de onde vem suas conclusões.

Resolução 2: tomam nota e registram os resultados, mas não fazem relações entre as anotações e a elaboração das hipóteses.

Resolução 3: expressam claramente de que maneira coletaram os dados e de que forma esses implicaram em suas hipóteses.

Considerações Gerais

Como já mencionado anteriormente a importância da linguagem escrita em situações de aprendizagem escolar é muito clara. Todavia, é comum que nos deparemos, em todos os níveis de ensino, com problemas como: pobreza de vocabulário, falta de habilidade em compreender o sentido de frases, problemas de leitura e compreensão de textos em geral (Lopes e Dulac, 1998). Em várias situações dessa proposta observamos isso, tanto na dificuldade dos estudantes de interpretar o texto com que se estava trabalhando, como na hora de responderem as questões e construir e explicitar suas hipóteses.

E é justamente por isso que se insiste, conforme Demo (2005) que a produção de material escrito deve ser feita regularmente pelos estudantes. Com esse tipo de atividade se possibilita que as concepções dos estudantes sejam explicitadas, o que dá um feedback ao professor de assuntos que devam ser retomados.

Além disso, neste trabalho, percebeu-se dificuldades por parte dos estudantes de trabalharem com resolução de problemas. No entanto o trabalho em pequenos grupos favoreceu o debate e a possibilidade de que estudantes com maior facilidade pudessem apoiar aqueles com mais dificuldade.

Verifica-se também que a maioria dos grupos levou bastante tempo para se dar conta de que os dados de massa e volume poderiam dar informações sobre a densidade dos materiais, o que só foi conseguido com a ajuda da professora.

Além disso, nem todos se deram conta de comparar os dados de densidade com os valores tabelados para que fosse possível identificar se as amostras analisadas por Sherlock Holmes eram falsas ou não.

Depois dessa primeira constatação quanto à relevância dos dados do texto, alguns grupos já se deram conta de que então a reatividade dos metais também deveria ser analisada para mais informações sobre o problema e que essas poderiam corroborar com as conclusões já tomadas com base nos valores de densidade.

Pozo e Postigo (1998) propõem que na avaliação de um problema se deve tomar em conta mais os processos seguidos pelo estudante do que a correção final da resposta obtida. Por essa razão foi solicitado aos estudantes que explicitassem suas considerações ao realizarem a tarefa, para que se pudesse avaliar, tanto as estratégias que estavam sendo utilizadas como a maneira como os conhecimentos de química estavam sendo propostos.

Na terceira resolução se percebe, principalmente para as duas primeiras questões, os passos seguidos pelas estudantes conforme proposto por Pozo et al (1995):

- *Aquisição da informação*: as estudantes montam tabela com os dados retirados do texto, buscando informações pertinentes às questões propostas.
- *Interpretação da informação*: a partir dos dados de massa e volume as estudantes determinam a densidade de cada material. Verificam que os dados de reatividade também são relevantes.
- *Análise da informação e realização de inferências*: fazem os cálculos de densidade e buscam relacioná-los com os valores tabelados para identificar qual a relevância dessa informação.
- *Compreensão e organização conceitual da informação*: identificam a não correspondência dos dados tabelados com as densidades calculadas a partir do texto e levam em conta a maleabilidade como propriedade dos metais. Buscam dados de reatividade e informam que os dados obtidos por Sherlock Holmes em seus experimentos não conferem com o que se espera para esses materiais.
- *Comunicação da informação*: as estudantes deste grupo conseguem relacionar todos os dados que analisam no problema para propor sua solução e também conseguem se dar conta de que algumas de suas inferências não tem dados suficientes para a comprovação.

Com isso verifica-se que as estudantes deste grupo espontaneamente, uma vez que os passos para a resolução de um problema não foram discutidos com a turma, conseguem seguir todos os passos e resolver a situação usando de diferentes informações para corroborar com as hipóteses levantadas pelas mesmas.

Além disso, com base nos critérios para avaliar o domínio de cada uma das fases de solução de problemas, propostos por Pozo e Gomez Crespo (1998) observa-se que o último grupo analisado foi aquele que melhor desempenho apresentou na atividade.

Isso sugere que a atividade de resolução de problemas deveria ser aplicada com mais frequência a fim de que um número maior de estudantes aprenda a realizar suas aprendizagens de maneira autônoma, pois conforme afirma García (2000), resolver problemas exige dos estudantes: pensar, participar, propor e projetar, ao invés de ouvir,

escrever e memorizar, ou seja, implica num envolvimento desses na sua própria aprendizagem.

Referências Bibliográficas

DEMO, P. *Ser professor é cuidar que o aluno aprenda*. 4ª Edição. Porto Alegre: Ed. Mediação, 2005.

GARCÍA, J.J. La solución de situaciones problemáticas: una estrategia didáctica para la enseñanza de la química. *Enseñanza de las ciencias*, v.18, n.1, p.113-129, 2000.

GÓMEZ MOLINÉ, M.R. Factores que influyen en el éxito de los estudiantes al resolver problemas de química. *Enseñanza de las ciencias*, v.25, n.1, p.59-71, 2007.

LOPES, C. V. M.; DULAC, E. B. F. Idéias e palavras na/da ciência ou leitura e escrita: o que a ciência tem a ver com isso? In: NEVES, I. C. B; SOUZA, J. V.; SCHÄFFER, N. O.; GUEDES, P. C.; KLÜSENER, R. *Ler e escrever: compromisso de todas as áreas*. Porto Alegre: Ed da Universidade/UFRGS, 1998.

PÉREZ ECHEVERRÍA, M.P. e POZO, J.I. Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. In: POZO, J.I. (Org.). *A solução de problemas*. Porto Alegre: ArtMed, 1998. p.13-41.

POZO, J.I; POSTIGO, Y. A solução de problemas como conteúdo procedimental da educação básica. In: POZO, J.I. (Org.). *A solução de problemas*. Porto Alegre: ArtMed, 1998. p.139-175.

POZO, J.I; GÓMEZ CRESPO, M.A. A solução de problemas nas ciências da natureza In: POZO, J.I. (Org.). *A solução de problemas*. Porto Alegre: ArtMed, 1998. p.67-98.

POZO, J.I; POSTIGO, Y; GÓMEZ CRESPO, M.A. Aprendizaje de estrategias para la solución de problemas en ciencias. *Alambique Didáctica de las ciencias experimentales*. n.5, p.16-26, 1995.

RYBOLT, T.R; WADDELL, T.G. The Chemical Adventures of Sherlock Holmes: The Case of Three. *Journal of Chemical Education*, vol.79, n.4, p.448-453, 2002.

Anexo

Texto proposto aos estudantes para a atividade de resolução de problemas.

AS AVENTURAS QUÍMICAS DE SHERLOCK HOLMES: O CASO DOS TRÊS

A História:

Eu senti meu mundo estremecendo e ouvia um som abafado, fraco e distante. Eu sentia que a confortável escundão desaparecia conforme o estremecimento aumentava. Finalmente a confusão se tomou algo que eu pudesse reconhecer claramente.

- Acorde Watson!

Eu abri meus olhos para a fraca luz da manhã que entrava em meu quarto, em uma fria manhã de inverno e observei a face angulosa de Holmes. No exato momento que abri meus olhos ele retirou a mão do meu ombro e o estremecimento parou.

- Holmes o que diabos está acontecendo? Está recém amanhecendo.

- Nós temos uma cliente potencial Watson. Ela está vindo a caminho para nos visitar enquanto conversamos.

- A essa hora da manhã?

- É urgente e eu acredito que acharemos este caso interessante. Além disso, seus conhecimentos médicos podem ser úteis. Contudo se você preferir dormir o dia inteiro você pode escolher.

A voz de Holmes deixou claro que voltar a dormir seria a escolha errada. Sentei-me na cama e disse: - Me dê um minuto para que eu possa me recompor e me junto a você.

- Excelente meu caro Watson! *E saiu do meu quarto fechando a porta.*

Vesti-me rapidamente e me juntei a ele na sala.

- Holmes eu não sei como você consegue acordar tão cedo. Você ainda estava acordado ontem quando eu cheguei e já passava da meia noite.

- Os criminosos de Londres preferem a noite para realizarem suas atividades, Watson. Felizmente eu nem sempre preciso das horas regulares de sono de que você precisa.

- Que caso é esse que nos deixa alertas tão cedo?

- Eu estive engajado em uma vigilância um pouco tarde da noite quando vi nosso amigo Sargento Phelps e uma dupla de policiais passar correndo. Claro que eles não me reconheceram, pois eu estava disfarçado. Eu segui Phelps e os policiais até uma relojoaria próxima, na rua Welbeck.

- Esta rua não fica a mais de quatro quadras daqui.

- Você conhece as ruas londrinas. Neste caso o relojoeiro foi atingido na cabeça e ficou inconsciente. Eles sabem que isso ocorreu exatamente às três horas da manhã porque quando o homem caiu derrubou o relógio de sua bancada e este quebrou, fixando o horário exato do ataque. Sua esposa relatou que este relógio em particular era o mais exato que o marido tinha e que sempre ficava sobre a bancada de trabalho do homem uma vez que era usado para acertar a hora de outros relógios. Eu esperava que mais tarde você fosse comigo ao Hospital onde o relojoeiro está internado e ver se ele recorda de algo para nos falar. Ele perde e recupera a consciência durante a noite, está tonto e desorientado. Eles não sabem se ele viu alguma coisa ou não, ou mesmo se ele se lembrará de algo, devido ao golpe em sua cabeça. Talvez haja algum aspecto de seu tratamento médico que possa ser melhorado.

- Eu certamente irei lá e verei como ele está e se há algo que eu possa fazer.

- Bom Watson, sabia que podia contar com você. O nome dele é William Wickersham e sua esposa Mary Wickersham, é ela que está vindo para cá, ela é a cliente potencial de que lhe falei.

Poucos instantes antes Sherlock Holmes observava pela janela observando a Sra. Wickersham se aproximar. Ele rapidamente desceu até a calçada e acompanhou-a pelas escadas até nosso apartamento.

A Sra. Wickersham andava lentamente pela sala, tinha cabelos grisalhos e seus olhos vermelhos iam de um lado a outro.

- Sra. Wickersham este é meu amigo e colega Dr. Watson. Você pode falar com liberdade na frente dele e ele concordou em visitar seu marido mais tarde.

- Muito obrigado Sr. Se puder fazer algo por ele lhe seria eternamente agradecida.

- Você não precisa agradecer.

- Quando eu sair daqui vou direto ao Hospital e ficarei lá durante todo o dia.

- Falarei com você depois de observa-lo.

- Tudo bem, Disse Holmes. – Mas nós devemos nos voltar para outros assuntos enquanto a Sra. Wickersham pode seguir seu caminho.

Holmes perguntou a Sra.: - Você trouxe as coisas que lhe pedi na última noite?

- Sim, aqui estão. Ela revirou a sacola que trazia e de dentro desta retirou um saco de papel marrom fechado e três papéis com anotações e os entregou a Holmes.

- Eu gostaria que a Sra. assinasse este recibo indicando que me entregou os itens listados.

Holmes entregou uma caneta que ela pegou com a mão direita rapidamente assinando o recibo. Ele deu uma olhada no papel e então abriu o saco e deu uma rápida olhada para dentro e o fechou novamente. E então, examinou os papéis que ela tinha entregado. – Agora Sra. Wickersham seria bom que a Sra. contasse para o Dr. Watson e para mim o que sabe sobre os eventos que levaram ao ataque ao seu marido.

- Bem Sr., meu marido desenhava e produzia relógios de madeira, ele já fazia isso há muitos anos. Era praticamente um especialista e um grande artesão, cada relógio é feito à mão e toma um grande tempo. Ele normalmente trabalhava em muitos ao mesmo tempo e depois começava uma nova leva. Eles são miniaturas de relógios antigos e seu trabalho é altamente premiado em certos círculos.

- E mais recentemente... Disse Holmes.

- Mais recentemente – dois dias atrás para ser mais precisa – ele concluiu três relógios e foi pago por isso. Mas então, na noite do dia seguinte, ele começou a encolarizar-se como um louco, sobre como ele tinha sido enganado. – “Eu tive meu tempo roubado, mas eles não vão continuar com isso” – ele dizia. Então ontem ele passou a tarde toda na loja e quando voltou para casa, à tardinha, ele me disse que trabalharia até tarde aquela noite e foi direto para cama. Frequentemente ele dorme à tardinha e depois trabalha no meio da noite na sua loja, não era incomum ele fazer isso sozinho.

- E então?

- E então que aquela noite eu fui para cama quando ele estava saindo para trabalhar. Nos falamos rapidamente e eu adormeci. Durante a noite eu estava num sono leve, ouvi uma batida e alguns instantes depois ouvi uma porta da loja batendo. Desci as escadas até a loja. Quando cheguei lá vi meu marido caído sobre a bancada em que ele trabalhava e que a parte posterior de sua cabeça sangrava. Isso era logo depois das três da manhã. Eu fui buscar um policial e então o Sr. Phelps e alguns oficiais apareceram. Depois você mesmo se apresentou e conhece o resto.

- Você confirmará ao Sr. Watson que seu marido levou a batida do lado esquerdo da cabeça com um pedaço espesso de madeira de dentro da loja.

- Tudo isso é verdade.

- E eu observei ontem à noite, quando o policial estava revistando a loja, que o piso de madeira tinha muitas madeiras estragadas e estava rangendo.

- Isso é verdade, quando meu marido caminhava na loja ouvia-se rangidos, mas raramente os ouvia quando eu caminhava. Contudo não vejo como eu deveria estar preocupada com algumas madeiras velhas com todos os problemas que tenho.

- Realmente eu diria que não. Eu disse tentando reconfortar a pobre senhora. – Ela não deveria voltar para o Hospital para ver o marido? Eu perguntei a Holmes.

- Sim, mas eu tenho mais uma pergunta. Sra. Wickersham, seu marido tinha por hábito receber como pagamento de seu trabalho alguma outra coisa além de dinheiro?

- Meu marido é um grande comerciante, ele aceita qualquer coisa que possa usar como uma carga de carvão, suprimentos de carne, garrafas de vinho, ele adora fazer negócios.

- Obrigado Sra. Wickersham por ter vindo essa manhã tão cedo e Dr. Watson falará com você à tarde.

Então Holmes acompanhou-a até a calçada, voltou correndo e disse: -Nós precisamos começar logo.

- Começar o quê?

Nossas análises químicas e físicas para resolver o caso, é claro.

- Não deveríamos tomar um café antes de começarmos qualquer dessas análises que temos que fazer?

- Eu temo que não tenhamos tempo. O criminoso que fez essas coisas não terminou o trabalho. Precisamos nos antecipar antes que ele aja novamente. A intenção dele não era simplesmente atacar o Sr. Wickersham, mas mata-lo. Precisamos agir rápida e eficientemente. Preciso de sua ajuda Watson.

- Claro, farei tudo o que puder.

- Bom, leia, se você puder, essas folhas enquanto eu preparo o material para as análises químicas. Estes são os contratos do Sr. Wickersham com seus clientes.

Eu examinei as folhas de papel que Holmes me deu e li o que estava anotado sobre cada um para Holmes

- A primeira anotação diz: Sra. Nellie Singler empregada da fábrica de placas eletrônicas Royal Arms. Um relógio com pagamento feito em discos de cobre. A segunda diz: Dr. Harold McGuinness, professor de geologia da Universidade. Um relógio em troca de seu preço em ouro.

- Eu li na última noite que o apelido deste professor é rocha em função de sua grande estatura e de seus músculos tão desenvolvidos quanto sua profissão.

- A terceira anotação diz: Sr. Gilmore Gilreath, auxiliar de contabilidade da Firma Norris. Um relógio em troca de seu preço em prata.

- Nenhuma das anotações traz a assinatura do cliente?

- Cada nota traz consigo tanto a assinatura do Sr. Wickersham quanto da pessoa que o contratou.

- Excelente! Vou examina-las logo que acabarmos nossas análises. Abra suas mãos.

Eu abri minhas mãos com as palmas viradas para cima e olhei para Holmes como que perguntando o porquê daquilo. Como que me respondendo ele verteu o conteúdo do saco de papel trazido pela Sra. Wickersham sobre minhas mãos. Pedacos de metal refletiam a luz da manhã. Enquanto eu olhava para o conteúdo em minhas mãos pude reconhecer peças de ouro, prata e cobre.

Na mesa em frente a ele Holmes havia ajeitado três frascos identificados como: ÁCIDO CLORÍDRICO, ÁCIDO SULFÚRICO E ÁCIDO NÍTRICO e tinha distribuído sobre a mesa nove copos de béquer (três em frente de cada garrafa de reagente). Ele verteu um pouco de ácido clorídrico dentro de cada um dos copos que estavam em frente a este frasco e fez o mesmo para os outros ácidos até que cada um dos copos de béquer tivesse um pouco de líquido incolor.

- Observe Watson.

Ele pegou três pequenos pedacos de prata da minha mão, colocou um pedaco no ácido clorídrico e eu observei um grande borbulhamento começar ao mesmo tempo em que o líquido inicialmente incolor se tomava branco e uma fumaça branca saía do frasco. Isto continuou por cerca de 20 segundos e então parou. A fumaça parou e o líquido clareou exceto que tinha um tom levemente esverdeado. Contudo, o mais incrível para mim foi o fato de que o metal tinha desaparecido. Sumiu como um passe de mágica. Olhei para Holmes, ele riu e colocou um segundo pedaco de prata em um copo com ácido sulfúrico. No início parecia que nada tinha acontecido, mas então me aproximei e observei um pequeno, quase imperceptível, borbulhamento na superfície do metal. Holmes pegou o béquer contendo ácido nítrico e o levou para frente da lareira, onde uma pequena brasa queimava e a fumaça subia pela chaminé.

- Claro que em um laboratório adequado nós contaríamos com um exaustor e, ainda que eu não tenha todo o cuidado que deveria com minha segurança, aqui nós precisamos de alguma precaução.

Ele colocou o béquer para dentro da lareira e colocou um pedaco de prata dentro. Outra vez começou o borbulhamento, mas agora um gás de cor marrom saía do líquido, enchendo o béquer. Continuamente saía do béquer e era puxado pela chaminé. Como o gás continuava a se formar e borbulhar o líquido se tornou fracamente marrom até que ficou com uma cor clara de Whisky.

- O gás marrom é venenoso. Eu coloquei o béquer aqui para que o gás pudesse ser removido da nossa sala pela chaminé.

1. Depois de um pequeno intervalo de tempo, entre 20 e 30 segundos, a vigorosa reação parou e não se formou mais gás marrom, contudo o líquido permanecia fracamente marrom. E, novamente, como no ácido clorídrico o metal desapareceu.

2. - Holmes você novamente destruiu uma parte do pagamento do Sr. Wickersham. Mas o que isso significa?

3. - Isto significa que as coisas nem sempre são o que parecem.

4. Holmes pegou três brilhosos discos de cobre da minha mão. Ele colocou um pedaço no ácido clorídrico e um pedaço no ácido sulfúrico. Olhei para ambos os frascos e não observei nada, nenhuma mudança, nenhuma reação. Novamente Holmes levou o béquer com ácido nítrico para a lareira e colocou o terceiro disco de cobre dentro deste. Como no caso da prata uma vigorosa reação teve início e o gás marrom novamente foi liberado, mas desta vez o líquido se tornou verde, tomando-se mais escuro quando a reação terminou. Então Holmes pegou três pedaços de ouro da minha mão e novamente colocou cada pedaço em um ácido.

5. - Por que nada aconteceu agora?

6. Holmes ficou quieto por um instante e, observando de perto os frascos disse: - Você tem certeza Watson?

7. Eu cheguei perto e observei cuidadosamente cada um. Não pude ver nenhuma mudança nos ácidos clorídrico e sulfúrico. Contudo no béquer com ácido nítrico pude observar uma pequena mancha verde aparecendo no líquido próximo ao metal. Holmes pegou este béquer e aqueceu, pude então observar que o líquido escureceu e a familiar fumaça marrom se formou, rapidamente se formaram bolhas na superfície do sólido que continuaram até que todo o sólido desaparecesse.

8. Holmes pegou outro pedaço de ouro e depois pegou um martelo e bateu com este no metal quebrando este em vários pedaços. Eu pulei para trás surpreso, mas Holmes não fez nenhum comentário. Ele começou a fazer anotações em sua cademeta durante alguns minutos, consultou alguns livros e continuou fazendo anotações e então se virou para mim:

9. - Você pode me alcançar aqueles papéis que leu para mim mais cedo?

10. Eu entreguei os papéis e ele começou a examiná-los com sua lupa. Ele espalhou os papéis sobre a mesa e me disse para olhar.

11. - A caligrafia pode dizer muito sobre uma pessoa: se é calma ou nervosa, extrovertida ou quieta, e muito mais, mas aqui você pode ver o óbvio. Note o ângulo e a inclinação de cada assinatura. Está muito claro que a Sra. Nellie Siegler e Dr. Harold McGuinness são ambos canhotos, enquanto o Sr. Gilmore Gilreath é claramente destro.

12. - Realmente Holmes. Não deveríamos ir ao Hospital e ver se o Sr. Wickersham pode nos falar mais alguma coisa?

13. - Metais têm propriedades físicas, bem como químicas que nos levam a voltar nossa atenção para algumas respostas.

14. Olhei impacientemente para Holmes organizando três pequenas provetas e enchendo cada uma delas com água, com todo o cuidado para observar bem a quantidade de líquido. Ele anotou os valores em sua cademeta. Eu então o assisti cuidadosamente determinar a massa de uma coleção de pedaços de prata. Ele anotou as massas em seu caderno e então colocou as peças de prata na primeira proveta. Juntos observamos o volume final da água na proveta e calculamos a mudança no volume. Holmes anotou esses valores junto com as massas dos metais. Então pesamos alguns discos de cobre e observamos o volume de água deslocado na segunda proveta. Finalmente repetimos o processo para os pedaços de ouro na terceira proveta.

15. - O que você faz com esses valores? Holmes perguntou-me entregando sua cademeta.

16. - Eu não faço nada. Primeiro tem uma série de reações estranhas e agora você mergulhou vários metais na água. Esta é uma maneira estranha de conduzir uma investigação criminal. Nós deveríamos sair para interrogar suspeitos.

17. - É isso que você pensa?

18. - Claro que sim.

19. - Bem, não estamos mais fazendo uma investigação.

20. - Por que não? Eu nunca soube que você tivesse desistido de um caso antes.

21. - Eu não estou desistindo do caso Watson. Não estamos investigando porque a investigação acabou. Eu tenho o culpado, contudo eu temo que a situação seja mais grave do que eu inicialmente imaginava. Nós precisamos primeiramente ir ao Hospital. Você vê esses números na minha tabela?

Ele me alcançou a caderneta aberta.

<u>COR DO METAL</u>	<u>MUDANÇA NO VOLUME (cm³)</u>	<u>MASSA (g)</u>
prateado	4,0	28,4
discos de cobre	5,2	38,5
dourado	3,1	15,5

Rapidamente Holmes pegou de volta a sua caderneta, pegou seu chapéu e seu casaco na cadeira perto da lareira e foi para a porta do nosso apartamento. Eu o segui correndo escada abaixo. Chegando na rua Holmes chamou um carro de aluguel.

- Mas quem é ele Holmes? O que você deduziu?

- Eu lhe explico no caminho. Não podemos perder tempo.

Depois que ele disse isso entrou no carro e eu pulei atrás dele. A uma palavra dele o condutor tomou as rédeas e nos levou em direção ao Hospital.

PARE AQUI E RESOLVA O CASO

- 1) O que os testes químicos de Holmes informavam sobre os metais?
- 2) O que os testes físicos dizem a Holmes sobre a identidade de cada metal?
- 3) Quem tentou matar o Sr. Wickersham e o que fez Holmes chegar a essa conclusão?
- 4) Por que Holmes considerou a situação mais grave do que ele inicialmente imaginava?

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Aprender é uma atividade complexa. Diferentes atividades são elaboradas pelo professor e aplicadas em interação com um conjunto de estudantes a fim de promover que esses se apropriem do conhecimento que se propôs a ensinar (Gómez Moliné, 2007).

Neste trabalho, uma proposta com diferentes estratégias metodológicas de ensino foram aplicadas em uma turma de primeiro ano do Ensino Médio regular, da rede estadual de ensino, na perspectiva de que a abordagem com atividades diferenciadas pudesse possibilitar a aprendizagem.

... A constituição das ciências naturais e de seus conceitos pode também ser entendida como uma construção semântica, sustentando-se no significado compartilhado de determinadas palavras. Na escola, estas palavras, através das quais procuramos aproximar o/a aluno/a da realidade que a ciência constrói, devem partir do pressuposto que este é um processo comunicativo que implica a existência de um conjunto de significados socialmente compartilhados, que se apresentam nas salas de aula sustentados em interações verbais (Lopes e Dulac, 1998).

Nessa perspectiva três das atividades aplicadas com a turma (capítulos um, dois e três) envolveram a elaboração de material escrito em duas versões, uma no primeiro contato dos estudantes com o conteúdo de ensino e outra versão após as discussões em sala de aula, para que se pudesse verificar de que maneira esses significados estavam sendo compartilhados entre professoras e estudantes e, além disso, se os estudantes estabeleceram relações pertinentes com outras áreas do saber, principalmente com a Biologia.

Essa dissertação consistiu na análise de quatro atividades propostas.

Na primeira atividade, os estudantes assistiram ao filme *Cosmic Voyage* e responderam a um estudo dirigido sobre os temas abordados no filme e também construíram um texto sobre seus entendimentos sobre o filme.

Na análise desses materiais percebeu-se, por exemplo, que a noção de tempo e de constituição da matéria pelos estudantes não dá conta de entender a formação do Universo, bem como a evolução da Ciência, como um processo lento, com múltiplos eventos envolvidos.

Uma das considerações que se pode fazer a partir disso é a de que uma educação científica em que aportes da história da ciência sejam levados em consideração pode facilitar esse compartilhar de significados, construindo com os estudantes a noção de ciência como uma construção humana e, como tal, histórica, política influenciada por

questões econômicas, sociais, emocionais, entre outras (Chassot, 1993; Lopes, Kruger e Del Pino, 2000; Loguercio e Del Pino, 2006).

A respeito dos dados referentes ao estudo dirigido, de maneira geral, verificou-se que as discussões propostas nas aulas de Química, promoveram um melhor entendimento dos conceitos trabalhados no filme, bem como se percebeu influência dos conceitos de biologia nas respostas. Contudo a recursividade na produção dos estudantes foi um indicativo de que alguns conceitos e temas precisavam ser retomados com a turma. Isso foi um indicativo de que essa recursividade também é um bom instrumento de avaliação para a condução das atividades de aula, bem como para a reestruturação do currículo.

A segunda atividade consistiu na análise dos mapas conceituais propostos pelos estudantes que foi feita segundo a proposta de Nicoll et al (2001), sendo analisada cada uma das conexões entre conceitos proposta pelos estudantes, em dois aspectos. O primeiro, quanto à utilidade, em que se categorizaram as conexões em: incorretas, incompletas e úteis. O segundo aspecto se relaciona à classificação das conexões previamente caracterizadas como úteis dividindo-as em três categorias: exemplo, fato fundamental e uma conexão que é explicada por outra conexão.

Essa divisão foi feita uma vez que exemplos e fatos fundamentais podem ser apenas resultados de memorização, mas outras conexões podem indicar um nível maior de complexidade das relações entre conceitos e uma aprendizagem significativa dos conceitos trabalhados.

Os dados obtidos mostram um percentual significativo de estudantes cujos mapas conceituais apresentaram mais de 50% de conexões úteis, fator esse positivo. No entanto, esses dados também levaram a identificar que vários conceitos deviam ser retomados com a turma de maneira a evidenciar as relações existentes entre os mesmos.

Boa parte do material analisado indicava a existência de proposições incompletas, e quando individualmente se questionava o estudante sobre as mesmas a sua resposta estava correta. Isso mostra a insegurança do estudante em relação à avaliação. Uma vez que os estudantes estão acostumados a serem avaliados com relação à quantidade de respostas “prontas e corretas” que são capazes de dar a perguntas fechadas, sentem-se inseguros para apresentarem seus conceitos e as relações que observam entre eles de maneira aberta. Isso pode ser observado num exemplo em que parece que o estudante priorizou conceitos nos quais tinha maior segurança, uma maneira de evitar cometer erros.

Durante a aplicação desta estratégia observou-se que alguns estudantes tiveram dificuldade na construção dos mapas, principalmente para explicitarem as relações entre conceitos, o que pode ser atribuído a múltiplos fatores: ao fato de os estudantes não estarem habituados a esse tipo de atividade, nenhum referencial teórico lhes ter sido dado deixando essa atividade completamente em aberto, para que eles construíssem seus mapas conforme sua própria noção de importância dos conceitos, a não especificação dos conceitos que deveriam ser incluídos nos mapas.

Ainda assim, analisando-se os mapas construídos pelos estudantes, principalmente considerando-se a “novidade” desta atividade para a turma, considera-se que a construção de mapas é um instrumento para a aprendizagem. Além disso, percebeu-se, ainda que de maneira incipiente, relações com conceitos da Biologia, fator esse positivo indicando ser válido o “diálogo” entre as áreas de saber a fim de que se possa facilitar para o estudante a percepção de relações entre conceitos de diferentes áreas do saber.

Também sugere-se com base nessa análise que a construção e reconstrução de mapas pode levar o estudante a uma melhor organização e hierarquização de conceitos o que possibilita alcançar uma aprendizagem significativa.

A terceira atividade analisada foi o estudo dos ciclos biogeoquímicos (água, carbono e nitrogênio). Durante essa atividade o primeiro material elaborado pelos estudantes se deu apenas pela interpretação que eles fizeram da versão gráfica de cada um dos ciclos apresentados.

Faz-se necessário explicitar que se tem claro nesta proposta que a compreensão e interpretação de representações externas de qualquer natureza são frutos de um processo complexo que supõem a representação interna da informação externa de maneira pessoal, construtiva e integrativa (Fanaro, Otero e Greca, 2005)

Desse modo, durante a aplicação dessa atividade as primeiras versões produzidas tinham como intenção fornecer quais as interpretações que os estudantes conseguiam fazer da representação de um ciclo biogeoquímico, simplesmente através da análise do material apresentado. Posteriormente os ciclos foram discutidos com a turma, nas aulas de Química e de Biologia e procurou-se, através da segunda versão produzida pelos estudantes, analisar-se que progressos, no sentido de complexificação de conceitos, melhorias na escrita, eram construídos ao longo desse processo.

Sobre o ciclo da água verificou-se que a melhoria nas representações dos estudantes ocorre uma vez que, nas segundas versões, tanto escritas como gráficas, a noção de ciclo está mais presente, além dos estudantes se darem conta da importância desse ciclo para os seres vivos.

Outra constatação que nos parece positiva é o fato de que na segunda versão de seus textos aumenta o número de estudantes que realizam essa produção de maneira dissertativa. Entende-se que neste tipo de produção as conexões entre conceitos, a racionalização do todo aprendido, no sentido de buscar relações e tentar linearizá-las para a produção de um material que seja compreendido por outro, é fator positivo e pode sinalizar uma maior compreensão do ciclo e de suas relações/implicações por parte dos estudantes.

Além disso, como sugere Demo (2005) elaborar implica o gesto de dentro para fora, de fazer-se autor de proposta própria. É a maneira que temos de tomar uma idéia que está fora e fazê-la parte de nós. Nessa esteira acredita-se que os estudantes de maneira recorrente devam fazer produções escritas.

O que se observou neste trabalho é que ao produzirem a segunda versão, a maioria dos estudantes produz um texto próprio buscando a integração de conhecimentos/conceitos abordados em aula.

Para o ciclo do carbono alguns dados chamam a atenção: aumenta o número de estudantes que aborda os termos: produtores, fotossíntese e também expressões como matéria/molécula orgânica/açúcares em seu material, todos esses termos implicados na importância deste ciclo para os seres vivos. Esse fato pode indicar que as reações químicas trabalhadas em aula, podem ter sido fator determinante nesse caso.

Na análise do material produzido para o ciclo do nitrogênio observou-se que aumenta o número de estudantes que apresentam a noção de ciclo, que citam palavras como: plantas, ácidos nucleicos, proteínas e compostos orgânicos nitrogenados como parte integrante de seu ciclo, que comentam a alimentação como fonte de nitrogênio para os animais. Nesse ciclo observa-se um aumento no número de estudantes que passa a citar nitritos/nitratos em sua segunda versão, após as reações de oxidação terem sido trabalhadas com a turma.

Todas essas melhoras podem indicar um aprofundamento na compreensão do ciclo, dos conceitos implicados nestes e nas relações entre as disciplinas de Biologia e Química,

levando a acreditar que o trabalho integrado entre essas disciplinas pode possibilitar uma maior relação entre conceitos/conhecimentos dessas áreas pelos estudantes.

Como o ciclo do nitrogênio foi o último a ser desenvolvido com os estudantes também se pode considerar que as melhorias mais significativas nesse ciclo podem ser fruto do trabalho contínuo, desenvolvido com os estudantes, de reconstrução do material a cada estudo, que o “hábito” desenvolvido de produção textual pode ter implicado numa melhoria ainda maior nessa parte final da atividade.

A quarta e última atividade analisada foi a de resolução de problemas. A escolha da resolução de problemas como forma de abordagem se deu pelo fato de que os estudantes, embora acostumados a um volume muito grande de informações, têm dificuldade de fazer relações entre as informações disponíveis (principalmente em diferentes áreas do conhecimento), analisar criticamente dados e textos, além de se sentirem constrangidos com a formulação de hipóteses “erradas”.

Nessa atividade perceberam-se dificuldades por parte dos estudantes de trabalharem com resolução de problemas. No entanto o trabalho em pequenos grupos favoreceu o debate e a possibilidade de que estudantes com mais facilidade pudessem apoiar aqueles com mais dificuldade.

Quanto aos conhecimentos específicos de química, a maioria dos grupos levou bastante tempo para se dar conta de que os dados de massa e volume, apresentados no texto trabalhado com a turma, poderiam dar informações sobre a densidade dos metais. Além disso, nem todos se deram conta da densidade como propriedade específica dos materiais, tomando como falso somente o ouro, pois era aquele em que a diferença do valor obtido era a maior.

Depois dessa primeira constatação quanto à relevância dos dados do texto, alguns grupos começaram a se dar conta de que então a reatividade dos metais também deveria ser analisada para mais informações sobre o problema e que essas poderiam corroborar com as conclusões já tomadas com base nos valores de densidade.

Pozo e Postigo (em Pozo et al, 1998) propõem que na avaliação de um problema se deve tomar em conta mais os processos seguidos pelo estudante do que a correção final da resposta obtida. Por essa razão foi solicitado aos estudantes que explicitassem suas considerações ao realizarem a tarefa, para que se pudesse avaliar as estratégias que

estavam sendo utilizadas bem como os conhecimentos de química que estavam sendo propostos na resolução do problema.

Na terceira resolução se verificam, principalmente para as duas primeiras questões, os passos seguidos pelas estudantes conforme proposto por Pozo et al (1995):

- *Aquisição da informação*: as estudantes montam tabela com os dados retirados do texto, buscando informações pertinentes às questões propostas.
- *Interpretação da informação*: a partir dos dados de massa e volume as estudantes determinam a densidade de cada material. Verificam que os dados de reatividade também são relevantes.
- *Análise da informação e realização de inferências*: fazem os cálculos de densidade e buscam relacioná-los com os valores tabelados para identificar qual a relevância dessa informação.
- *Compreensão e organização conceitual da informação*: identificam densidade como propriedade específica da matéria, levam em conta maleabilidade como propriedade dos metais. Buscam dados de reatividade dos metais e informam que os dados obtidos por Sherlock Holmes em seus experimentos não conferem com o que se espera para esses materiais.
- *Comunicação da informação*: as estudantes deste grupo conseguem relacionar todos os dados que analisam no problema para propor sua solução e também conseguem se dar conta de que algumas de suas inferências não tem dados suficientes para a comprovação.

A espontaneidade das estudantes em seguir os passos propostos é positiva uma vez que em nenhum momento foram dadas orientações de como a atividade deveria ser resolvida.

Com base em todas essas considerações e retomando as colocações de Demo (2005) já citadas na introdução, o estudante deve ser levado a produzir textos próprios e a fazê-lo com regularidade. Analisando-se os materiais escritos produzidos pelos estudantes percebeu-se, além dos problemas ortográficos e gramaticais já citados anteriormente, uma dificuldade dos estudantes na construção de seus textos, inclusive para a formulação de um material com clareza e coesão. Acreditamos que a construção freqüente de material escrito pode levar, com o tempo, a melhorias na qualidade destas construções.

Neste trabalho verificou-se que ao longo das atividades os estudantes melhoraram seus textos de uma versão para outra, aumentaram a complexidade das relações propostas entre conceitos bem como a associação entre conceitos de diferentes áreas do conhecimento. Indicando que a recursividade na construção dos entendimentos sobre os conteúdos estudados foi um facilitador da aprendizagem dos estudantes.

Os estudantes demonstraram dificuldades no momento de estruturarem e expressarem seus pensamentos. O que leva a conclusão de que há a necessidade de mais atividades nas quais os estudantes tenham que produzir material escrito sobre seu conhecimento uma vez que esta também é uma maneira de organizar o pensamento e possibilitar a percepção de relações anteriormente não muito claras.

Pode-se afirmar que a estratégia metodológica direcionada à resolução de problemas possibilitou aos estudantes, analisar um texto retirando dele informações pertinentes, mobilizar conhecimentos prévios necessários a resolução da situação problema e, com base nisso, estruturarem suas hipóteses, numa atividade cooperativa, uma vez que essa foi realizada em grupos. E, como um todo, esta estratégia permitiu uma maior autonomia dos estudantes na construção de sua aprendizagem.

Além disso, o trabalho integrado entre diferentes áreas do saber facilitou a compreensão dos temas trabalhados assim como possibilitou a percepção por parte dos estudantes de relações entre áreas de conhecimento que de outra forma dificilmente poderiam ser percebidas.

Referências Bibliográficas

- BECKER, F. *Educação e construção do conhecimento*. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.
- CHASSOT, A.I. *Catalisando transformações na educação*. Ijuí: Unijuí, 1993.
- CHASSOT, A.I. *Educação conSciência*. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2003.
- DEMO, P. *Ser professor é cuidar que o aluno aprenda*. 4ª Edição. Porto Alegre: Ed. Mediação, 2005.
- FANARO, M.; OTERO, M. R.; GRECA, I. Las imágenes en los materiales educativos: las ideas de los profesores. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* v.4, n.2, 2005.
- GÓMEZ MOLINÉ, M.R. Factores que influyen em el éxito de los estudiantes al resolver problemas de química. *Enseñanza de las ciencias*, v.25, n.1, p.59-71, 2007.
- LOGUERCIO, R. *Contribuições dos Conhecimentos Implícitos e dos Interesses dos Alunos para a Construção de um Currículo de Ciências para a 8a. Série do Ensino Fundamental*. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Bioquímica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 1999.
- LOGUERCIO, R.; DEL PINO, J.C. Contribuições da História e da Filosofia da Ciência para a construção do conhecimento científico em contextos de formação profissional da química. *Acta Scientiae*, v.8, n.1, p.67-77, 2006.
- LOPES, C. V. M.; DULAC, E. B. F. Idéias e palavras na/da ciência ou leitura e escrita: o que a ciência tem a ver com isso? In: NEVES, I. C. B; SOUZA, J. V.; SCHÄFFER, N. O.; GUEDES, P. C.; KLÜSENER, R. *Ler e escrever: compromisso de todas as áreas*. Porto Alegre: Ed da Universidade/UFRGS, 1998.
- LOPES, C.V.M.; KRUGER, V.; DEL PINO, J.C. Educação continuada de professores de química no rio Grande do Sul, Brasil. *Educación Química*, v. 11, n. 2, p.214-219, 2000.
- MANCINI, L.L. Los Mapas Conceptuales. *Cuadernos de Apoyo Didáctico*. Argentina: Ed. Santilana, 1996.
- NICOLL, G., et al. A three-tier system for assessing concept map links: a methodological study. *International Journal of Science Education*, v.23, n.8, p.863-875, 2001.
- PÉREZ ECHEVERRÍA, M.P. e POZO, J.I. Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. In: POZO, J.I. (Org.). *A solução de problemas*. Porto Alegre: ArtMed, 1998. p.13-41.

POZO, J.I; GÓMEZ CRESPO, M.A. A solução de problemas nas ciências da natureza In: POZO, J.I. (Org.). *A solução de problemas*. Porto Alegre: ArtMed, 1998. p.67-98.

POZO, J.I; POSTIGO, Y. A solução de problemas como conteúdo procedimental da educação básica. In: POZO, J.I. (Org.). *A solução de problemas*. Porto Alegre: ArtMed, 1998. p.139-175.

POZO, J.I; POSTIGO, Y; GÓMEZ CRESPO, M.A. Aprendizaje de estrategias para la solución de problemas en ciencias. *Alambique Didáctica de las ciencias experimentales*. n.5, p.16-26, 1995.

RYBOLT, T.R; WADDELL, T.G. The Chemical Adventures of Sherlock Holmes: The Case of Three. *Journal of Chemical Education*, v.79, n.4, p.448-453, 2002.