

# Explorando a aprendizagem multimodal em aulas de química: o caso do equilíbrio químico.

Dirceu D. D. de Souza<sup>1,2</sup> (PG)\*, Agnaldo Arroio<sup>1</sup> (PQ). [baumcima@yahoo.com.br](mailto:baumcima@yahoo.com.br)

<sup>1</sup>Faculdade de Educação – USP, <sup>2</sup>EE Zuleika de Barros – SEE-SP

*Palavras-Chave: aprendizagem, multimodalidade, química.*

**RESUMO:** Este trabalho discute os resultados parciais de um projeto exploratório, sobre o uso da estratégia da multimodalidade na aprendizagem em aulas de química. Estudantes do ensino médio regular de uma escola pública, durante o estudo do conteúdo temático equilíbrio químico, participam de um jogo lúdico, constroem um relatório de atividades no qual expressam utilizando a multiplicidade de formas de linguagem os conhecimentos construídos. A análise de parte dos resultados indica que os estudantes são capazes de transitar pelas diversas formas de representação, tendendo a alcançar com êxito o processo de enculturação científica durante a rotina da sala de aula comum. Aspectos matemáticos e a coerência textual-imagética apresentada no gênero do discurso produzido são pontos que merecem a atenção dos envolvidos no processo de ensino.

## INTRODUÇÃO

Os fenômenos multimodais (textos multimodais, *web sites*, audiovisuais, objetos tridimensionais, simulações, animações e eventos) são construídos a partir da integração dos meios abstratos, dos recursos não-materiais, tais como linguagem, símbolo, imagem, som, arquitetura e meio-ambiente. Estes fenômenos ampliam o sentido cognitivo quando são integrados pelas modalidades sensoriais com suas características visual, tátil, olfativa, gustativa, auditiva e cinestésica e de forma geral são denominados de recursos semióticos.

Os meios são as formas pelas quais os fenômenos multimodais são materializados como, por exemplo, materiais impressos, esquema de um fenômeno escrito a giz em uma lousa, realização de evento, televisão, computador, câmera fotográfica, câmera de filmagem, *data show* ou outro objeto material qualquer (ARROIO, 2011; DICKS B. *et al.*, 2006; O'HALLORAN, K. L., 2008; O'HALLORAN, K. L., 2011).

Em Ciências, além dos conceitos que envolvem aspectos qualitativos, os estudantes são desafiados em sua aprendizagem a utilizarem, dentre outros, conhecimentos matemáticos que os auxiliarão na organização, interpretação e resolução de aspectos quantitativos. Isto exige dos estudantes o trânsito intelectual por diversas formas de linguagens e representações, constituindo o que denominamos neste trabalho 'multimodalidade'.

Nesta perspectiva introduzimos a ideia de aprendizagem mediada pela multimodalidade que tem sua definição ancorada na de aprendizagem multimídia (MAYER, 2005), sobre a qual sugerimos a ampliação pela inserção de outros recursos como, por exemplo, jogos didáticos, com ou sem o uso de computadores.

De acordo com Mayer,

A aprendizagem multimídia é definida como a aprendizagem a partir de palavras (falada ou impressa) e figuras (ilustrações, fotos, mapas, gráficos, animações ou vídeos) (2005, p. ix).

Conceituamos a aprendizagem mediada pela multimodalidade como aquela que é favorecida pela prática da multiplicidade de formas de expressão de princípios escolares-científicos, ou princípios de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), na qual há o trânsito entre atividades manuais ou concretas (experimentos, jogos ou artefatos, mediadas por computador ou não), a palavra (falada ou impressa) e as imagens (ilustração, foto, mapa, tabela, gráfico, equação, animação, vídeo etc.).

Outro aspecto que nos parece de enorme relevância na perspectiva da aprendizagem multimodal são as práticas estabelecidas pela instituição 'escola', as quais geram sua cultura.

Isso nos leva a interpretar a cultura escolar com foco nas práticas de produção e atribuição dos significados por meio da linguagem, ou seja, cultura como compartilhamento de significados.

Quando um grupo compartilha uma cultura, compartilha um conjunto de significados, construídos, ensinados e aprendidos nas práticas de utilização da linguagem. A palavra 'cultura' implica, portanto, o conjunto de práticas por meio das quais os significados são produzidos e compartilhados em um grupo. São os arranjos e as relações envolvidas em um evento que passam, predominantemente, a despertar a atenção dos que analisam a cultura com base nesta perspectiva, passível de ser resumida na ideia de que cultura representa um conjunto de práticas significantes (MOREIRA; CANDAU, 2007, p.27).

Em outras palavras, a prática da multimodalidade não pode desconsiderar que os estudantes, em um primeiro momento, irão utilizar a aprendizagem oferecida pela escola ao longo de seu processo de escolarização, o que provavelmente fará com que eles construam suas réplicas com aqueles significados que lhes parecem mais pertinentes no momento de sua produção, em regra pelo viés cartesiano fragmentado.

Um aspecto fundamental da multimodalidade e que recebe influência da cultura escolar é a expressão explícita da coerência textual e imagética em seus produtos, pois consideramos esta coerência como indício fundamental da compreensão multimodal e, como consequência, da aprendizagem sistêmica.

A questão da multimodalidade na perspectiva da multiplicidade das representações e das formas narrativas em Ciências tem sido objeto de atenção da comunidade acadêmica e denominada 'terceira onda da alfabetização científica' (KLEIN; KIRKPATRICK, 2010).

O foco inicial da alfabetização científica centrou esforços na escrita através do currículo; o foco subsequente que envolve de maneira mais direta a área de Ciências concentrou os esforços no reconhecimento das formas de escrever e do raciocínio de interesse específico para a ciência. Este segundo foco foi representado pela produção de gêneros do discurso, tais como protocolos, relatórios, pré-relatórios e argumentação (DIAS DE SOUZA, 2010) e o terceiro foco iniciou-se com a atenção voltada para o papel dos gráficos e outras formas de representação em ciência e ao mesmo tempo abriu espaço para o estudo do papel que a internet exerce nas representações às quais os estudantes têm acesso (KLEIN; KIRKPATRICK, 2010).

Isto significa dizer que o estudante deve ser iniciado no domínio e apropriação de uma extensa linguagem simbólica da área de Ciências e Matemática, de um grande conjunto de operações matemáticas, de aspectos conceituais, da interrelação entre os elementos deste conjunto, da organização da coerência textual-imagética, além das ferramentas da tecnologia.

Aprender Ciências, portanto, envolve ser iniciado nas ideias e práticas da comunidade e ainda é necessário tornar essas ideias e práticas significativas no nível individual (DRIVER *et al.*, 1998), além da fundamental e essencial estrutura organizacional escolar e da participação ativa do iniciado.

Na sala de aula esta multiplicidade de formas é expressa pelos professores com o que se pode denominar de um segundo simbolismo, transposto e didatizado, e que em alguns casos pode diferir do simbolismo original contido nos saberes científicos historicamente construídos.

Esta simplificação simbólica presente na educação escolar básica, extraída de seu meio complexo, ganha formas próprias por meio de suas leis, interpretações teóricas, das relações matemáticas entre entidades definidas, de sua linguagem, etc.

Exemplos dessa simbologia podem ser encontrados em entidades comuns em textos didáticos (DRIVER *et al.*, 1998) tais como átomos, elétrons, íons, ou como relações entre grandezas tais como massa e volume, retornando na grandeza densidade, ou ainda como rapidez de reações químicas expressas por relações entre a concentração de substâncias e o tempo.

Em termos escolares a iniciação no mundo da ciência está a cargo daquele que conduz o processo de iniciação, ou seja, o professor de ciências, disseminando a simbologia e suas interrelações por meio do trabalho com a linguagem e organizando o processo pelo qual os indivíduos geram os significados.

A escola deve prover as condições de infraestrutura adequadas e ao mesmo tempo deve partilhar desse processo em sua plenitude com o aprendiz, rompendo paradigmas culturais, assumindo seu protagonismo e interagindo de forma diligente e empreendedora.

Partindo do pressuposto que a concepção de ensino adotada prevê que os estudantes devam ser imersos nas ideias convencionais da ciência, o papel do professor fornecendo evidências experimentais e disponibilizando as ferramentas e convenções culturais didatizadas a partir das práticas da comunidade científica ganha importância fulcral nesse processo.

Driver *et al.* (1998) demarcam um especial desafio nesse processo: obter a(s) resposta(s) para a pergunta 'Como alcançar com êxito esse processo de enculturação na rotina da sala de aula comum?'

Dessa forma merece atenção de pesquisadores e professores de ciências a construção de sequências didáticas simbióticas que envolvam o uso dos fenômenos multimodais, associados a conceitos qualitativos e interpretações ou resoluções de problemas quantitativos, interpenetrando as diversas formas representativas das linguagens, como uma proposta alternativa que contribua na direção de se obter êxito no processo de enculturação científica.

Lemke (1993) defende que a ênfase na linguagem deve dar-se em função da mesma não ser apenas vocabulário e gramática, mas também como um sistema de recursos para a construção de significados, por meio de sua semântica própria, pois, a semântica de uma linguagem é um caminho particular de criação de similaridades e diferenças no significado. Além disso, ao promover o "fazer sentido" de conceitos e ideias estabelece-se as relações entre outros conceitos e outras ideias, permitindo que a teia de significados ondule com os recursos semânticos na construção da linguagem.

Em aulas de ciências, a apresentação do conteúdo, única e simplesmente, é inútil se o estudante não consegue decifrar a linguagem com a qual o professor se expressa. Os alunos precisam entender, compreender e utilizar a linguagem da ciência ao combinar, relacionar e integrar um conceito a outros e uma linguagem a outras.

Atribuimos sentido ao que falamos, lemos, ouvimos ou vemos, fazendo comparações com outras coisas que lemos, ouvimos, vimos e falamos anteriormente. Esta ideia é conhecida como intertextualidade o que implica que o aluno só entende o que o professor diz se conseguir relacionar sua fala a algo familiar a ele, ou seja, quando a fala do professor se relaciona a falas anteriores já presentes na estrutura cognitiva do estudante (LEMKE, 1993).

A linguagem natural da Ciência é uma integração sinérgica de palavras, diagramas, figuras, gráficos, mapas, equações, unidades de medidas, tabelas, cartas e outras formas de expressões visuais e matemáticas, que precisam se relacionar intertextualmente a outros conhecimentos dos alunos. Quando estas relações não existem é preciso construí-las. Desta forma, o aprendizado em ciências pode ser entendido como a aquisição de práticas e de ferramentas culturais, que possibilitam a participação em formas de atividades humanas específicas e especializadas.

Em estudo anterior (DIAS DE SOUZA, 2010) reconheceu-se a possibilidade da prática de operações epistêmicas (JIMÉNEZ, 2005, p.3) para o exercício da multimodalidade, como uma contribuição para o processo de aprendizagem em Ciências, partindo-se do pressuposto que a aprendizagem nessa área é um campo interdisciplinar de investigação a partir das perspectivas disciplinares da psicologia, antropologia, microssociologia, linguística aplicada, neurociências e ciência da computação (BRICKER; BELL, 2008, p. 485).

Nessa perspectiva Perry e Kirkpatrick adotam uma visão de aprendizagem na qual aprender em Ciências é “o reconhecimento/mapeamento das conexões entre os conceitos da ciência, suas representações e as experiências perceptivas” (2010 p. 88), que ampliamos adicionando o fator temporal, isto é, este reconhecimento/mapeamento deve persistir na memória de longo prazo.

Com foco nesta perspectiva de aprendizagem, a organização de nossa sequência didática foi estruturada no sentido de promover o trânsito entre o fenômeno da química conhecido como o equilíbrio químico e as formas de representação matemática deste fenômeno, ampliando as possibilidades de construção de significados para este conteúdo didático e para o significado normalmente admitido pelos estudantes para o uso de tabelas, gráficos e equações matemáticas.

Desta forma, o propósito desta investigação foi o de contribuir com a base de investigações, no sentido de ampliar o conhecimento sobre como os estudantes aprendem na sociedade contemporânea considerando-se os fenômenos multimodais.

Como professores e pesquisadores reconhecemos que o *design* de aula deve adaptar-se à experiência, ao conhecimento prévio e ao interesse do aluno, bem como ao nível da interatividade, do sequenciamento e do estímulo que a utilização da tecnologia, da experimentação ou dos jogos pode promover, influenciando a eficiência e a eficácia da aprendizagem.

Essa perspectiva para o uso da multimodalidade em sala de aula nos conduz a buscar respostas para certas questões, tais como:

Qual o nível de aceitação da proposta pelos estudantes?

Quais foram as oportunidades que os estudantes tiveram em sua escolaridade para aplicar a multimodalidade de formas de representação em um único objeto de estudo?

Qual grau de expressão da multiplicidade de princípios de um conteúdo temático os estudantes demonstram no produto final (relatório de atividades)?

Qual grau de coerência entre a multiplicidade de formas de linguagem é apresentado no produto final (relatório de atividades)?

Estas questões são centrais neste trabalho exploratório de pesquisa, as quais são objeto de investigação junto a estudantes do ensino médio da escola básica.

## METODOLOGIA

A estratégia desta investigação foi organizada a partir da seleção de um conteúdo temático, típico do ensino médio regular na disciplina de química, denominado equilíbrio químico.

Para a seleção do conteúdo considerou-se a possibilidade da utilização de algum tipo de jogo no qual os estudantes participassem de sua construção e execução, que fosse de fácil acesso e baixo custo, porém não deveria envolver o uso de computadores, para que não se tornasse um fator limitante em sua operação.

Para a inserção do conteúdo equilíbrio químico utilizou-se uma atividade lúdica denominada Jogo Didático para o Ensino de Equilíbrio Químico (SOARES, *et al.*, 2003), na perspectiva da estratégia de atividades investigativas no ensino (GIL PEREZ, 1996; CARVALHO *et al.*, 2010).

Ao longo do processo o professor ministrou quatro aulas expositivas abordando os conceitos teóricos sobre equilíbrio químico e constante de equilíbrio.

Como apoio utilizou-se um blog no qual foram postadas as orientações necessárias para a atividade, e vídeos com conteúdos complementares, especialmente os voltados para o uso das formas multimodais de representação da linguagem matemática.

Como produto final do processo ensino aprendizagem os estudantes prepararam um relatório de atividades (DIAS DE SOUZA; ARROIO, 2011), no qual deveriam apresentar os princípios do equilíbrio químico, expressos pelo discurso verbal escrito associado ao discurso verbal imagético da linguagem matemática (tabelas, gráficos e equações matemáticas), os quais permitiriam a interpretação qualitativa e quantitativa para uma suposta reação de equilíbrio.

A sequência de trabalho dos estudantes foi organizada de forma a que eles trabalhassem em etapas, ou seja, a aplicação do jogo (conceito químico), a construção de tabelas, a construção de gráficos e a obtenção das equações matemáticas, que representassem os vários estágios da reação química.

A hipótese construída é de que a partir desta estratégia os estudantes sejam capazes de apresentar nos relatórios finais a conceituação teórica sobre o conteúdo temático e as diversas formas de representação para cada uma das situações de equilíbrio trabalhadas no jogo. Além disso, o que se espera é que este conteúdo seja apresentado com coesão e coerência narrativa e expositiva.

As atividades foram desenvolvidas em uma escola pública na cidade de São Paulo, com 36 grupos de estudantes, que correspondem a 9 turmas do terceiro ano do ensino médio regular.

O material de análise foi composto pelos relatórios de atividade entregues pelos grupos ao final do processo de ensino aprendizagem e por entrevistas semiestruturadas, realizadas durante a entrega das atividades.

As entrevistas focaram a presença das formas multimodais de expressão e as justificativas para a presença ou ausência destas formas.

O método de análise utilizado foi o da análise de conteúdo (BARDIN, 2010), e os parâmetros da análise foram:

1. No relatório final da atividade
  - a) A inserção da multiplicidade de representações;
  - b) A retomada dos conceitos teóricos;
  - c) O grau de coerência do texto escrito narrativo-expositivo.

A inserção da multiplicidade de representações foi avaliada quanto a sua presença no corpo do relatório. O grau de retomada dos conceitos teóricos recebeu o valor máximo, se todos os conceitos esperados apareceram ao longo do texto, médio se houve ausência de algum conceito teórico esperado e baixo se apenas parte apareceu. O grau de coerência foi avaliado em máximo, caso o texto apresentasse coerência adequada entre a linguagem textual-imagética, e mínimo, caso o texto não apresentasse coerência adequada entre a linguagem textual-imagética. Considerou-se que a coerência multimodal indica expressivo grau de domínio e apropriação do conteúdo e do trânsito entre as formas de expressão.

2. Na transcrição das entrevistas:

a) Índícios nas falas dos estudantes que possam nos localizar quanto às facilidades e/ou dificuldades da integração multimodal.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos 36 grupos de estudantes apenas 3 não entregaram as atividades dentro do prazo previsto, alegando problemas de organização do trabalho grupal e colaborativo.

Apresentamos no quadro 1 a análise dos resultados de 20 grupos de diferentes turmas de estudantes, perfazendo um total de 130 alunos. Em função do espaço limitado iremos apresentar os resultados da análise dos relatórios sinteticamente no quadro 1.

Este quadro amostral reflete forma e conteúdo dos relatórios escritos e nos permite inferir que as réplicas analisadas representam a cultura média dos estudantes da unidade de ensino onde desenvolvemos esta pesquisa.

O quadro nos permitirá avaliar a cultura do uso da multiplicidade das formas de representações, o grau de retomada dos conceitos teóricos e o grau de coerência textual-imagética dos textos escritos narrativos-expositivos.

**Quadro 1 - Aspectos multimodais e suas interrelações em relatórios de atividades**

Grupos	(1) Conceitos teóricos	(2) Coerência	(3) Tabelas	(4) Gráficos	(5) Equações
1	Baixo	Baixo	Parcial	Parcial	Ausentes
13, 16, 20	Baixo	Baixo	Total	Total	Ausentes
18	Baixo	Baixo	Parcial	Parcial	Parcial
11	Médio	Baixo	Total	Total	Ausentes
19	Médio	Baixo	Total	Total	Total
5	Alto	Baixo	Ausentes	Parcial	Ausentes
6	Alto	Baixo	Total	Parcial	Ausentes
2,4, 9, 10, 14, 15	Alto	Baixo	Total	Total	Ausentes
7,8, 12	Alto	Baixo	Total	Total	Total
3	Alto	Alto	Parcial	Parcial	Ausentes
17	Alto	Alto	Total	Total	Total

A coluna de conceitos teóricos indica que um número expressivo de estudantes retomou os princípios teóricos, em uma tendência situada entre o grau médio para o grau alto.

Este resultado expressa total coerência com o esperado, posto que a cultura escolar dominante pressupõe para uma atividade o retorno de conceitos, ou a resolução de um exercício, e além disso, estes conceitos foram reforçados por discussões em sala de aula e vivenciados ao longo do jogo didático.

Além das situações já alegadas deve-se considerar que o estudante tem à sua disposição material escrito, seja por meio do uso do livro didático, ou por meio de sites disponíveis na rede mundial de computadores.

De forma semelhante, as colunas, tabelas e gráficos também indicam que um número expressivo de estudantes apresentou em seus relatórios os dados coletados no jogo na forma de tabelas e gráficos.

As figuras 1 e 2 mostram a forma de apresentação utilizada pelos estudantes em seus relatórios finais de atividade.

#### Tempo em quinze segundos (15 s)

TEMPO	CONJUNTO A	CONJUNTO B
0 Segundo	10	0
5 Segundos	9	1
10 Segundos	8	2
15 Segundos	7	3
20 Segundos	7	3
25 Segundos	7	3
30 Segundos	7	3
35 Segundos	7	3
40 Segundos	7	3
45 Segundos	7	3
50 Segundos	7	3
55 Segundos	7	3
60 Segundos	7	3

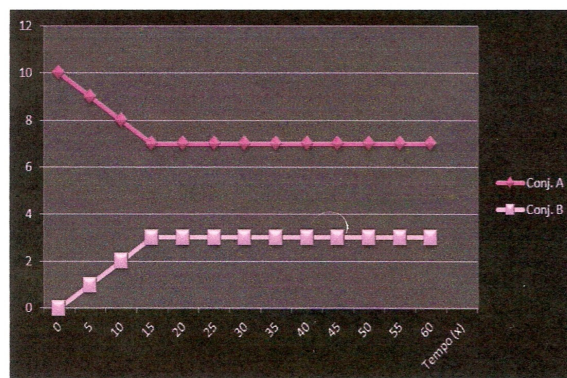


Figura 1: Tabelas e gráficos

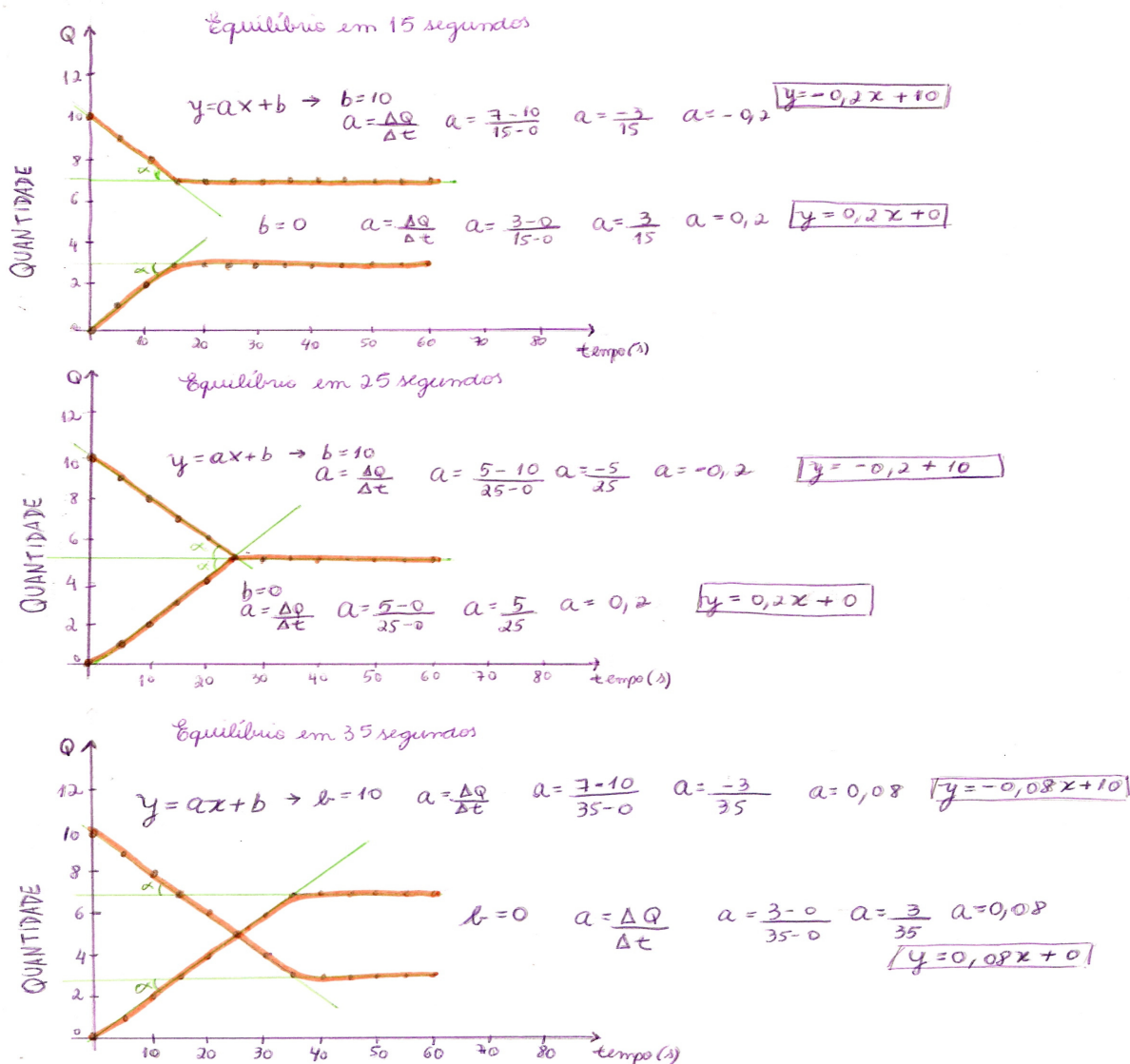


Figura 2: Tabelas, gráficos e equações

A coluna equações indica claramente que a maioria dos estudantes não apresentou as equações matemáticas correspondentes às curvas expressas pelos gráficos.

As justificativas para as ausências das equações matemáticas fornecidas pelos estudantes durante a entrevista foram de duas naturezas. A primeira se relaciona ao domínio dos conceitos matemáticos para construção das equações a partir das curvas gráficas e a segunda foi da própria dificuldade de estabelecer relações entre as equações matemáticas e as demais formas de expressão.

Para um expressivo número de estudantes não é possível estabelecer uma relação coerente entre o significado dos conceitos, os dados obtidos no jogo, as tabelas, os gráficos e as equações matemáticas, o que nos sugere que apesar de estar explícito o trânsito entre as diversas formas de linguagens, os significados construídos pelos estudantes encontram-se no nível do mecanicismo.

Um aspecto que reforça esta afirmação refere-se à posição em que as imagens foram inseridas na forma composicional do relatório, ficando na maioria dos casos à



margem do texto, isto é, como se fosse um anexo, porém nunca referenciado, o que nos leva a considerar que as imagens são tratadas com significados ilustrativos, ou seja o uso de imagens é feito apenas de forma complementar, mas não essencial.

O excerto da entrevista abaixo ilustra estas considerações.

*Pesquisador: Você usaram conhecimentos anteriores?*

*Aluna 1: A parte matemática a gente lembrou um pouco, a parte de montar uma tabela, não que seja igual, mas...*

*Pesquisador: Da aula de matemática, vocês recuperaram o aprendizado?*

*Aluna 2: Na verdade eu tinha esquecido.*

*Todos: A princípio não.*

*Pesquisador: Na realidade vocês lembraram e depois retomaram! E essa forma integrada, vocês já tinham aplicado?*

*Todos: Não, nunca.*

E finalmente, a coluna coerência indica um baixo grau de coerência textual-imagética. Destaque deve ser dado para o alto grau de coerência apresentado pelo grupo 3, que apesar de não inserir a totalidade das tabelas e gráficos, estabeleceu as conexões necessárias entre o texto e as formas de linguagens gráficas da matemática.

A justificativa fornecida pelos estudantes para a ausência de coerência entre o texto e as imagens esteve pautada pela concepção de que não havia necessidade de se estabelecer qualquer conexão, pois, as tabelas e os gráficos estavam anexados, e que, portanto pertenciam ao corpo do relatório, sendo desta forma plenamente compreensíveis pelo professor, pois o mesmo tinha conhecimento de que se tratava.

Novamente estas justificativas reforçam nossa hipótese da construção do conhecimento baseada em uma perspectiva mecanicista, na qual texto e imagem são considerados formas independentes de expressão, e até mesmo em alguns casos apenas um preciosismo escolar.

Como afirmamos anteriormente um indício fundamental da aprendizagem multimodal é o estabelecimento da coerência entre a multiplicidade das formas de expressão, e que se pode observar na quadro 1 na qual os estudantes a expressam em baixo grau, indicando que provavelmente a intensidade da aprendizagem sistêmica se mostra comprometida.

A análise do quadro 1 nos oferece a oportunidade de abrir à discussão, que para além da aprendizagem dos princípios sobre um conteúdo temático de determinado componente curricular, o estudante necessita também estabelecer as relações entre estes princípios e outras formas de expressão construindo a visão do todo.

Em outras palavras, tão importante quanto o conteúdo, a forma tem um papel fundamental na construção e no trânsito entre a multiplicidade de linguagens, culminando no reforço do processo ensino e aprendizagem.

Argumentamos, entretanto, que a ausência de coerência e a presença das demais práticas mecanicistas se dê função das raras oportunidades em que o estudante é desafiado a exercitar a plenitude de suas competências e habilidades, do modelo de organização de ensino que compromete e impede este tipo de proposta, além da inadequação da estrutura escolar que predomina nas unidades de ensino.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES**

Neste trabalho exploratório organizou-se e em conjunto com o professor aplicou-se uma sequência didática sobre o conteúdo temático equilíbrio químico, para todas as

turmas de estudantes do terceiro ano do ensino médio regular do período matutino de uma escola pública.

A organização da sequência didática exigiu dos pesquisadores a sua formatação em uma perspectiva multimodal, de tal maneira que se tornasse possível a exploração de princípios escolar-científicos ligados a um conteúdo temático, que pudesse ser modelado por um jogo didático, e permitisse a expressão de seus resultados de forma multimodal.

Retomando o propósito de nossa investigação que era o de ampliar o conhecimento de como os estudantes aprendem na sociedade contemporânea considerando-se os fenômenos multimodais, e com base nos resultados, podemos inferir que os estudantes exibem plenas condições de desenvolverem seus estudos a partir desta estratégia, porém é necessário romper com a cultura escolar mecanicista e fragmentada.

É preciso construir situações que oportunizem aos estudantes exercitarem suas competências e habilidades, promovendo a intertextualidade (LEMKE, 1993), desde os primeiros anos da escolaridade.

Isto não deveria ser surpresa para nós, já que em geral a organização e estrutura escolar são fatores que limitam ao máximo tais ações, e os currículos (até hoje) não incluem praticamente nenhuma instrução explícita ou prática de como fazê-lo (LEMKE, 1998).

Os resultados da produção textual entregue pelos estudantes ao final de suas práticas reforçam as discussões sobre a importância da estratégia de atividades investigativas no ensino (GIL PEREZ, 1996; CARVALHO *et al.*, 2010), mesmo sendo através da aplicação de um jogo lúdico, onde a bancada e os instrumentos possam ser substituídas por um modelo.

A aprendizagem multimodal nos parece ser extremamente promissora e factível de ser implementada e executada nas escolas públicas regulares.

Uma implicação central de nosso estudo foi que ao analisarmos como os estudantes se desenvolvem quando submetidos a sequências didáticas, em que se opera com a multimodalidade das formas de linguagem, o que estamos fazendo na verdade é confrontar o processo de modo único (unimodal) com o de múltiplos modos (multimodal) de aprendizagem.

Naturalmente isto não significa nenhum tipo de desqualificação do modo único de aprendizagem, mas significa uma alternativa que necessita ser incluída e exercitada nas práticas escolares.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARROIO, A. "Ciências da Natureza", texto didático produzido para a disciplina Ciências da Natureza e suas Tecnologias do **Curso Gestão de Currículo para Coordenadores**, Programa REDEFOR, SEE/USP, São Paulo: 2011/2012 ([www.redefor.usp.br](http://www.redefor.usp.br), acesso em 03/02/2012)

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. 5ª edição. Lisboa, Portugal: Edições 70, 2010. 281p.

BRICKER, L.A.; BELL, P. Conceptualizations of argumentation from science studies and the learning sciences and their implications for the practices of science education. **Science Education**, 92(3), 2008. p. 473-498.

- CARVALHO, A. M. P.; RICARDO, E. C.; SASSERON, L. H.; ABIB, M. L. V.; PIETROCOLA, M. As práticas experimentais no ensino de física. **Coleção Ideias em Ação: Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010. p.53-78.
- DIAS DE SOUZA, D. D. **Sobre a mediação de um material instrucional na aprendizagem de estudantes em aulas de química: gêneros do discurso e argumento**. 2010. 140 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- DIAS DE SOUZA, D. D.; ARROIO, A. Aprendizagem mediada por gêneros do discurso escolar-científico – Projeto, desenvolvimento e utilização de material instrucional em sala de aula de química. **Química Nova na Escola**. vol 33, nº 2, maio 2011, p.105-114.
- DICKS B.; SOYINKA B.; COFFEY A. Multimodal ethnography. **Qualitative Research**. vol. 6, nº 1, February 2006, p.77-96.
- DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E.; SCOTT, P. Constructing scientific knowledge in the classroom. **Educational Researcher**, 23, p.5–12. 1994.
- GIL PEREZ, D., & CASTRO, V. P. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de las Ciencias**, 14(2), 1996.
- JIMÉNEZ, M. P. A. A argumentação sobre questões sócio-científicas: Processos de construção e justificação do conhecimento em sala de aula. In: Encontro Nacional De Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas do V ENPEC**, Bauru, 2005. p. 1-12.
- LEMKE, J.L. **Talking Science: language, learning, and values**. New Jersey: Ablex Publishing Corporation Norwood, 1993.
- LEMKE, J.L. Teaching all the languages of Science: Words, Symbols, Images, and Actions. Artigo apresentado na conferência em Educação em Ciências em Barcelona, Outubro de 1998. Disponível em <http://www-personal.umich.edu/~jaylemke/sci-ed.htm>. Acesso em: 09 Abr 2012.
- MAYER, R. E. **Cambridge handbook of multimedia learning**. New York: Cambridge University Press. 2005. 663p.
- MOREIRA, A. F. B.; CANDAU, V. M. Educação escolar e cultura(s): construindo caminhos. **Revista Brasileira de Educação**, n. 23, maio/ago. 2003. p. 156-168.
- O'HALLORAN, K. L. Multimodal Discourse Analysis. In K. Hyland and B. Paltridge (eds) 2011 **Companion to Discourse**. London and New York: Continuum.
- O'HALLORAN, K. L. Systemic functional-multimodal discourse analysis (SF-MDA): constructing ideational meaning using language and visual imagery. **Visual Communication**. vol. 7, (4), 2008, p. 443-475.
- KLEIN, P. D.; KIRKPATRICK, L.C. Multimodal literacies in Science: Currency, Coherence and Focus. **Research in Science Education**, Netherlands, nº1, v.40, 2010, p.87-92.
- SOARES, M. H. F. B.; OKUMURA, F.; CAVALHEIRO, E. T. G. Proposta de ensino de um jogo didático para ensino do conceito de equilíbrio químico. **Química Nova na Escola**. São Paulo, nº18, 2003, p.13-17.