

Aprendizagem colaborativa baseada em wiki no estudo de conceitos da termodinâmica

Rodrigo Garrett da Costa^{1,2}, Liliana Maria Passerino¹, Thiago Moreira de Resende Araújo²

¹Programa de Pós graduação em Informática na Educação – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) – Porto Alegre, RS, Brasil

²Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense (IFF) *campus* Campos Centro – Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil

rodrigo_garrett@yahoo.com.br, liliana@cinted.ufrgs.br,
thiago_uenf@yahoo.com.br

Abstract. *This paper presents and discusses partial results of a study involving the creation and exploration by undergraduates in chemistry, of a wiki environment with emphasis on the study of laws and concepts of thermodynamics. It is a collaborative space for the production and edition of digital contents that allows for good teacher-student interactions, as well as the integration of different resources such as simulation and computational modeling. Preliminary results indicate that when using collaborative strategies to work with such structured resources, one can bring effectiveness to learning and make interactions in and outside the classroom more dynamic.*

Resumo. *Este artigo apresenta e discute os resultados parciais de uma pesquisa envolvendo a criação e exploração, por estudantes licenciandos em química, de um ambiente computacional do tipo wiki com ênfase no estudo das leis e conceitos da termodinâmica. Trata-se de um espaço colaborativo de produção e edição de conteúdos digitais que permite uma boa interação entre professor e alunos, bem como a integração de diferentes recursos, tais como a simulação e a modelagem computacional. Resultados preliminares indicam que ao se trabalhar com esses recursos estruturados sob uma estratégia colaborativa, consegue-se potencializar a aprendizagem e dinamizar as interações dentro e fora de sala de aula.*

1. Introdução

O estudo das leis e princípios da termodinâmica exige dos estudantes um amplo conhecimento simbólico e conceitual, além de um razoável domínio das notações e operações matemáticas intrínsecas à essa área da ciência. A falta de uma dessas qualidades, aliada à dificuldade em se interpretar conceitos e fenômenos essencialmente abstratos, faz com que muitos alunos sintam-se indiferentes e desmotivados ao cursar a disciplina de Físico-química, preocupando-se mais em memorizar equações e fórmulas do que em compreender adequadamente a matéria.

Nossa experiência enquanto professores e pesquisadores da área mostra que a ampliação do diálogo e do debate em sala de aula reflete numa maior motivação e envolvimento por parte dos alunos. A valorização desse aspecto é particularmente

importante para a formação dos estudantes licenciandos, cuja postura de encarar a Ciência deve levar em conta sua natureza dinâmica, articulada, histórica e acima de tudo não neutra. Pontecorvo (1979) critica a postura de mero expectador assumida pelos alunos, ao revelar os dados de sua pesquisa que comprovam o monopólio do discurso por parte do professor.

No Brasil, sobretudo a partir da década de 80, com a expansão da linha de pesquisa em Educação Química, e também com a intensificação dos trabalhos voltados à incorporação dos recursos computacionais no ensino (no âmbito da Informática Educativa), instala-se um novo cenário. As ferramentas computacionais, principalmente a simulação e modelagem¹, passam a ser mais amplamente difundidas, propiciando mudanças consideráveis nas práticas de ensino e aprendizagem de química (Balén & Netz, 2005; Barnea & Dori, 1996; Costa e Passerino, 2008; Justi & Driel, 2005; Justi & Gilbert, 2006).

Muitos podem ser os benefícios advindos do uso desses recursos, seja na exploração de fenômenos abstratos, no desenvolvimento da capacidade de representação nos alunos, na exploração visual de modelos, na análise de variáveis que configuram-se num sistema ou fenômeno, dentre outros. Mas é importante estar atento às suas limitações: em primeiro lugar, as atividades computacionais precisam ser articuladas com base em uma teoria educacional que atenda às expectativas do professor. Outro ponto fundamental diz respeito à estruturação das sequências de atividades. Nesse sentido, Rapkiewicz *et al.* (2010) chamam a atenção para a necessidade de se trabalhar com ferramentas que favoreçam a aprendizagem cooperativa, as ações conjuntas de reconstrução de conteúdos previamente formulados, a multiplicação das possibilidades de produções individuais e coletivas, e também o trabalho autônomo.

Além dessas características, existem outras que também são bastante relevantes e convém estar presentes nas atividades computacionais: levar em conta os conhecimentos que os alunos já possuem sobre o assunto estudado; considerar o nível de conhecimento de cada estudante durante a realização das atividades; priorizar as tarefas realizadas em grupos, nas quais ocorrem transmissão de normas sociais, valores e cooperação mútua; estimular o diálogo e a participação dos estudantes nas tarefas apresentadas, promovendo assim a elevação da sua auto estima.

Nesse sentido, o presente trabalho (que se trata do recorte de um estudo de caso mais amplo) tem como objetivo analisar e discutir os resultados parciais da criação e exploração, pelos estudantes, de um ambiente computacional (ou *workspace*) com ênfase no estudo das leis e conceitos da termodinâmica. Trata-se de um espaço colaborativo de produção e edição de conteúdos digitais, que ao permitir a maior interação entre alunos e a incorporação de diferentes recursos, tais como a simulação e a modelagem computacional, pretende dinamizar as interações dentro e fora de sala de aula, potencializando assim a aprendizagem e a produção colaborativa de conhecimento.

2. Aprendizagem colaborativa

Sob a perspectiva das teorias construtivistas, atribui-se grande importância à dimensão social do ensino, na qual destaca-se o papel das interações para o desenvolvimento

¹ A simulação é empregada sobretudo na realização de experiências interativas, enquanto que a modelagem se aplica à análise de modelos, parâmetros e variáveis de fenômenos representativos dos processos físico-químicos (BALEN & NETZ, 2005).

social e cognitivo do aluno. Pontecorvo *et al.* (2005), ao discutirem as ideias propostas por Dewey (1979), chamam a atenção para a necessidade de se valorizar, na escola, práticas educacionais que estimulem o relacionamento mútuo entre indivíduos, o respeito aos direitos e opiniões dos outros e o trabalho cooperativo, na busca de soluções para problemas e projetos comuns.

Os métodos pedagógicos fundamentados na aprendizagem cooperativa, ou seja, na valorização do trabalho de grupo, contrapõem-se àqueles que voltam-se à fragmentação e à especialização do conhecimento. Quanto a esses últimos, existem críticas contundentes a respeito das dificuldades enfrentadas por alguns alunos que ainda não desenvolveram determinadas habilidades em domínios específicos. Nesse sentido, a vantagem de se trabalhar em grupos estaria na motivação pela realização do trabalho escolar, na qual professores e alunos compartilhem suas experiências, discutam e defendam pontos de vista buscando cada qual, na sua individualidade, a tão almejada aquisição de conhecimento.

Slavin (1987) chama a atenção para o fato de que o sucesso desse tipo de abordagem depende, em parte, de alguns fatores motivacionais, tais como engajamento pessoal² e a motivação externa³ na qual cada participante está interessado na aprendizagem dos outros, num processo grupal.

No entanto, o autor reconhece a existência de alguns fatores que podem vir a conferir efeito negativo à abordagem cooperativa. Dentre eles, pode-se citar: a existência de competição entre os membros do grupo e falta de motivação durante as discussões. Da mesma forma, outros autores como Barbosa e Jófili (2004), Echeita e Martín (2004), Pontecorvo et al. (2004) também são a favor da abordagem cooperativa, desde que a escola e o professor proporcionem aos alunos um ambiente intencionalmente organizado e guiado, fornecendo-lhes condições para as trocas ou interações que se estabelecem em classe e fora dela.

3. Materiais e Método

A pesquisa proposta foi estruturada como estudo de caso (Yin, 2001) e transcorreu em dois momentos. A primeira fase foi desenvolvida no segundo semestre de 2010, com 12 estudantes licenciandos do curso de graduação em química do Instituto Federal Fluminense, no Rio de Janeiro, regularmente matriculados na disciplina Físico Química 1. A segunda fase ocorreu no primeiro semestre de 2011, envolvendo outros 10 alunos matriculados no mesmo curso e disciplina. O professor, nesse caso o pesquisador, foi o mesmo que conduziu as aulas e também as atividades computacionais nos dois casos.

Na primeira fase, foram desenvolvidas três atividades nas quais se propôs a utilização da simulação e da modelagem computacionais em atividades isoladas e não sequenciais. Já na segunda fase, realizou-se as mesmas atividades, embora de maneira sequencial e integrada, buscando além disso valorizar o trabalho de autoria cooperativo, por meio da utilização de um ambiente computacional colaborativo, o PBworks⁴.

2 Para que ocorra o engajamento pessoal, não basta que ocorram discussões e troca de ideias, mas é preciso que haja um comprometimento individual com o grupo na realização das tarefas;

3 Motivação externa: cada um deve estar interessado na aprendizagem dos outros, ou seja, o grupo deve ser avaliado com base na soma das avaliações individuais de cada um dos membros.

4 <http://pbworks.com/>

O objetivo da pesquisa foi acompanhar o processo de construção do *workspace*, e a exploração individual e em grupo dos objetos de aprendizagem vinculados a esse ambiente⁵, com vistas à construção de conceitos científicos (Davydov, 1972) em processos colaborativos. A estruturação do *workspace* englobou três sequências didáticas distintas: a primeira (sequência I), volta-se sobretudo aos conceitos de calor, energia, propagação de energia, temperatura e capacidade calorífica; a segunda (sequência II), mais especificamente voltada aos conceitos de trabalho expansivo isotérmico dos tipos reversível e irreversível para gases ideais e reais; já a terceira (sequência III), envolve os conhecimentos das transformações termodinâmicas aplicadas ao funcionamento das máquinas térmicas (Tabela 1).

Tabela 1: Descrição das sequências de atividades

Primeira Sequência de Atividades	Segunda Sequência de Atividades	Terceira Sequência de Atividades
Equivalente mecânico de calor (experimento de Joule)	Cálculo de trabalho expansivo isotérmico para sistemas envolvendo gases ideais e reais	A termodinâmica e o desenvolvimento das máquinas térmicas
Visou estimular os trabalhos de autoria sob a forma colaborativa no ambiente <i>PBworks</i> , uma vez que o programa permite a edição de páginas <i>web</i> por vários usuários, simultaneamente. As etapas que compõem essa sequência, bem como as demais subsequentes podem ser conferidas em Costa e Passerino (2011).	A partir do software de modelagem computacional <i>Modellus</i> ⁶ foi realizada uma abordagem acerca da representação matemática e gráfica do conceito de trabalho expansivo. Ou seja, utilizou-se a interpretação simultânea de equações e gráficos subjacentes na exercitação, construção e a análise de modelos matemáticos aplicados à problemas da termodinâmica.	Buscando-se valorizar o exercício da pesquisa, o trabalho colaborativo, a escrita e a análise crítica, foi desenvolvido um estudo de investigação histórico e científico acerca dos principais tipos de máquinas (como à vapor, de combustão interna, refrigeradoras), tendo como ponto de partida uma série de questões problemas.

As atividades computacionais foram realizadas em parte durante as aulas presenciais de Físico-química 1 e em parte nos períodos extra classe, no *workspace*. Nas atividades em sala de aula, os alunos, em grupos, pesquisavam e debatiam sobre os temas propostos. Já durante os períodos extra classe, as contribuições podiam ser feitas a qualquer momento no ambiente *PBworks*, uma vez que foi permitido que os alunos modificassem seus trabalhos acrescentando e retirando trechos, inserindo links, figuras e adicionando comentários, tanto para os outros integrantes do grupo como para o professor.

3.1. Descrição dos instrumentos de coleta de dados

Acreditando na importância do conhecimento de algumas características pessoais dos alunos para a organização do ensino, planejamento e avaliação das práticas educativas, propomos como ponto de partida da nossa investigação, o levantamento das ideias prévias dos estudantes, além de um pouco da trajetória social e acadêmica de cada um. Para tanto, foram utilizados dois instrumentos ou fontes de dados: o questionário sócio acadêmico e o mapa conceitual.

⁵ O *workspace* intitulado “licenciatura em química 2011” engloba diferentes recursos que visam a construção e consolidação dos conceitos químicos de calor, energia, propagação de energia, temperatura, capacidade calorífica e trabalho expansivo.

⁶ <http://modellus.fct.unl.pt/>

O questionário teve como finalidade suscitar algumas características pessoais dos estudantes para se traçar o perfil da turma, no que diz respeito à sua formação acadêmica, experiência profissional e familiaridade dos alunos com alguns assuntos e conceitos da Físico-química. Por sua vez, através da construção do mapa conceitual, buscou-se observar, entre os alunos, as ideias acerca dos conceitos relacionados ao nosso tema de estudo.

Outro instrumento de coleta de dados utilizado foi o teste de conhecimentos, realizado sem consulta, no início e ao final das aulas, consistindo de uma adaptação do trabalho de Silveira & Moreira (1996). Com a realização do teste pelo estudantes, buscou-se revelar a evolução das concepções prévias dos alunos acerca dos conceitos ora analisados. Do instrumento original, composto de 25 questões, 7 foram eliminadas: duas pelos próprios autores, em função da análise do teste de consistência interna; e cinco a partir do nosso critério de avaliação, que observa os temas afins com o nosso contexto de investigação. As dezoito questões resultantes apresentavam, cada uma, 3 alternativas (I, II, III), que poderiam estar corretas ou não, dando origem a uma combinação de sete respostas possíveis: somente uma delas (I ou II ou III) poderia estar correta, duas alternativas poderiam estar corretas (I e II; I e III; ou então II e III) ou as três poderiam estar corretas (I e II e III). Atribui-se uma pontuação de 1 para a opção correta e a pontuação de zero para a incorreta. Nos casos onde houve duas ou mais alternativas corretas (questões 15 e 20), a pontuação foi realizada da seguinte maneira: 1 ponto quando as alternativas II e III estiveram corretas; 0,5 para a marcação das alternativas II ou III; e zero para qualquer outra alternativa.

A partir da análise dos instrumentos de coleta de dados (questionário sócio acadêmico, mapa conceitual e teste de conhecimentos) acreditamos que fosse possível se fazer uma interpretação mais completa do estudo de caso, levando-se em conta tanto as características pessoais dos alunos (em termos sociais e profissionais) como a evolução dos seus conhecimentos prévios, no que diz respeito aos conceitos de nosso interesse de estudo.

3.2. Caracterização dos sujeitos da pesquisa

Os sujeitos da nossa investigação encontram-se na faixa etária dos 20 aos 23 anos. Oito dos dez alunos são oriundos da rede de ensino federal, os outros dois pertenceram à rede estadual. Desses oito alunos, quatro cursaram o técnico em química e os outros quatro são técnicos de origens diversas. Dois estudantes afirmaram não possuir qualquer afinidade pela disciplina Físico-química I, enquanto três afirmaram possuir afinidade pela disciplina (desses cinco, um aluno disse que gosta do conteúdo, embora não tenha estudado os conteúdos no ensino médio) e cinco disseram que possuem pouca afinidade.

3.3. Caracterização do ambiente computacional

O PBworks (Figura 1) é uma ferramenta eletrônica gratuita⁷ de criação e edição de páginas *web* que permite a hospedagem de diversos *workspaces*, com a vantagem permitir a interação dinâmica entre os diversos membros que compõem a comunidade. Seu funcionamento ocorre a partir dos mesmos princípios dos *wikis*, ou seja, permitindo a construção, edição e armazenamento de páginas HTML sob a forma colaborativa, o

7 A empresa oferece uma versão gratuita, com recursos limitados, e outras versões pagas, com recursos mais avançados.

que compreende um modo flexível de se estimular as atividades em grupo, tanto dentro como fora da sala de aula. A possibilidade de incorporação das diversas mídias, como imagens, filmes e *gifs* animados ao ambiente lhe confere uma dimensão dinâmica e atraente para os alunos, os quais, mesmo sem conhecimentos profundos em informática ou programação, podem experimentar a construção de páginas *web* em um período relativamente curto de tempo.

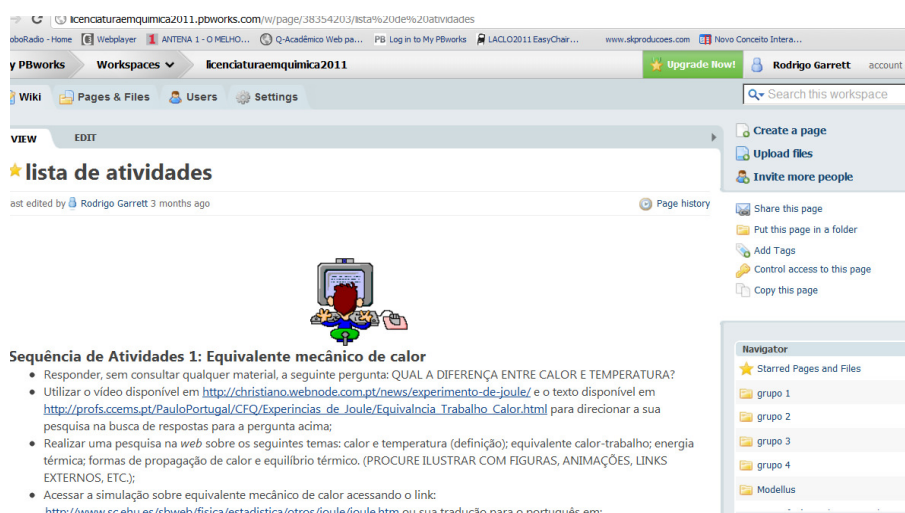


FIGURA 1: Captura de tela da sequência de atividades 1 no ambiente PBworks.

4. Resultados e discussões

Os dados extraídos por do meio do questionário e do mapa conceitual permitiram-nos fazer algumas inferências acerca das características pessoais e dos conceitos iniciais presentes nos estudantes. Chama a atenção o fato de que a formação acadêmica pouco tenha influenciado no desempenho dos alunos no teste de conhecimentos. Tanto no primeiro quanto no segundo momento da investigação, o fator tempo de escolarização na área de química não propiciou um maior entendimento dos conceitos e fenômenos ora analisados. De fato, ainda que a maior parte dos alunos tenha afirmado já haver estudado o assunto, o que se observou foi uma dificuldade generalizada em conceitualizar e operar com esses conceitos.

A análise dos mapas conceituais confirma essa hipótese, mostrando uma visão simplista e superficial dos alunos acerca dos conceitos de calor, trabalho e entropia. Se por um lado houve dificuldade na definição e representação desses conceitos, por outro, percebeu-se uma grande fragilidade nas relações entre os mesmos.

Conforme se pode perceber na Figura 2, as dificuldades não se restringiram à definição dos conceitos, uma vez que também os diversos termos foram utilizados de maneira inadequada (como no conceito de entropia, a palavra “reação” referindo-se a “sistema”). Durante a construção do mapa, os alunos demonstraram ainda certa inabilidade em utilizar os verbos conectores entre os conceitos, conforme se pode perceber em “*termodinâmica contém calor*” ou ainda “*termodinâmica possui trabalho de expansão*”.

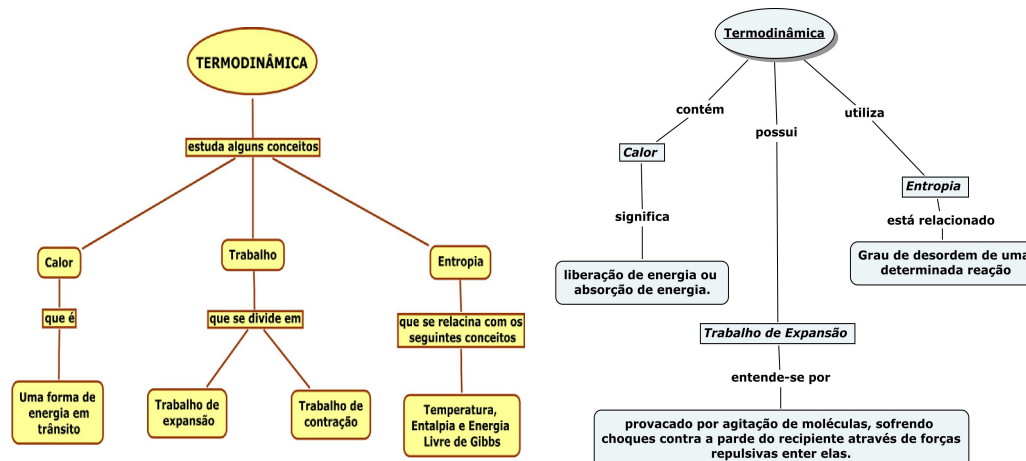


Figura 2: Exemplos de mapas conceituais construídos pelos alunos.

A justificativa para essa dificuldade de conceitualização, também demonstrada por meio do baixo rendimento no teste de conhecimento, pode envolver muitos aspectos. Uma das barreiras ao entendimento dos conceitos físico-químicos está na inabilidade de se compreender e interpretar as ideias e os fenômenos abstratos. Além disso, outros fatores levantados pelos estudantes, quando questionados sobre suas maiores dificuldades no estudo da físico-química, dizem respeito a: compreensão de conceitos (60,0%), dedução de fórmulas (10,0%), tratamento matemático (10,0%); aplicação de fórmulas (10,0%).

Os problemas de conceitualização não existem exclusivamente em função da natureza abstrata e essencialmente simbólica dessa área do conhecimento; há ainda aqueles relacionados à falta de habilidade com as relações matemáticas. Todos esses fatores podem contribuir para a falta de interesse de muitos estudantes, que limitam-se a buscar apenas uma compreensão superficial sobre as diversas leis e conceitos subjacentes. Tal afirmação pode ser traduzida pela fala de determinado estudante que, ao ser questionado sobre a afinidade com a disciplina, respondeu que sim, mas ponderou: “... quando estão relacionados ao cotidiano. Assuntos muito abstratos não me interessam muito.”

Quando questionados sobre a validade da proposta de se incorporar os recursos computacionais no ensino de físico-química, os alunos foram unanimemente favoráveis, destacando os seguintes aspectos: possibilidade de visualização dos fenômenos abstratos (40,0%), caráter motivador das atividades computacionais (20,0%), possibilidade de construção e análise gráfica (40,0%).

Analisando os dados relativos às respostas dos alunos nos testes de conhecimentos, antes e após as atividades computacionais (Tabela 2), conclui-se que há uma grande dificuldade no entendimento dos conceitos de calor, equilíbrio térmico e energia interna. A média dos rendimentos individuais dos alunos ficou abaixo dos 9 pontos ou 50% do total, tanto no teste inicial quanto no final. Comparando-se nossos resultados com os de Silveira e Moreira (1996), ou seja, 67,9%, 58,3%, 47,6%, 58,9% e 72,6% respectivamente, constata-se que, mesmo os maiores rendimentos observados em ambos os estudos encontram-se aquém do esperado.

Tabela 2: Resultado dos testes de conhecimentos inicial (i) e final (f).

		Período 2011-I														
Identificação*	questão	La		Li		Lu		Ma		Pa		Pr		T		
		i	f	i	f	i	f	i	f	i	f	i	f	i	f	
calor	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	
	2	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	
	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1
	5	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
equilíbrio térmico	6	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	
	7	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	
	8	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	
	9	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	10	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	
	11	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	12	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
energia interna	13	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	
	14	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	
	15**	0.5	0.5	0.5	0	0.5	1	0	0.5	1	1	0	1	0.5	0.5	
	16	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	17***	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	18***	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	19	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	
	20**	0.5	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
total	9	6.5	9	7.5	9	9.5	4.5	7	6.5	8.5	7.5	7.5	8	13		
variação	-2.5		-1.5		0.5		2.5		2		0		5			

* La, Li, Lu, Ma, Pa, Pr e T correspondem às siglas de identificação dos estudantes, cujos nomes foram preservados neste trabalho.

** questões com mais de uma resposta correta.

*** questões anuladas.

Nas questões 3 e 4, referindo-se à definição de calor, constatou-se que grande parte dos alunos (aproximadamente 65% deles) adotou uma visão substancialista⁸, na qual o calor seria equivalente à energia. Nessa concepção, amplamente difundida na comunidade científica do século XVIII, determinado corpo com “mais calor” tenderia a transmiti-lo ao corpo com “menos calor”.

De fato, ao serem solicitados a apresentar uma definição para o conceito de calor, surgiram respostas do tipo: “*energia liberada ou absorvida numa reação*”, ou “*energia transferida de um corpo para outro*”, ou ainda “*é o grau de agitação das moléculas*”.

As respostas fornecidas às questões 9, 14 e 16 vêm a confirmar essa suspeita. Na questão 9, ao serem questionados sobre a diferença entre as propriedades de duas esferas, uma retirada da geladeira e outra do forno, 67% dos alunos mencionaram “*a quantidade de calor contida nelas*”. Já na questão 14, perguntados sobre o que ocorre com uma barra de metal, quando suas extremidades estão em temperaturas diferentes, 22% afirmaram que “*o calor flui de uma extremidade que contém mais calor para a que contém menos calor*”. Da mesma forma, 22% das respostas à questão 16 nos induzem a pensar que um corpo que “*contém mais calor*” pode cedê-lo para o ambiente a sua volta.

Dificuldades semelhantes quanto ao entendimento do conceito de calor foram relatadas por Caldeira e Martins (1990). Dos 200 estudantes entrevistados, apenas cerca de 10% souberam descrever corretamente esse conceito. Na maior parte das respostas, ou se afirmara que calor é “*uma forma de energia*” (30,3%), ou então que trata-se de “*algo que flui, aumenta, diminui, etc.*” (26,4%).

8 Na visão substancialista, o calor é compreendido como sendo uma substância, uma espécie de fluido que os corpos possuem.

5. Conclusões

Os conceitos de calor, trabalho, energia interna e entropia estão entre os mais importantes de toda a termodinâmica, e por isso necessitam de um cuidado especial ao serem ensinados. Apesar disso, observa-se que dificilmente os estudantes, ao ingressarem na universidade, possuem os conhecimentos necessários à sua satisfatória compreensão. A justificativa para as dificuldades na aprendizagem desses conceitos deve-se, segundo os próprios alunos, a diversos fatores: falta de domínio das relações matemáticas e, conseqüentemente, de suas aplicações na dedução de fórmulas e interpretação gráfica; limitação da capacidade de abstração acerca dos fenômenos envolvidos, o que dificultaria a interpretação das diversas transformações físico-químicas; carência de abordagens que contemplem situações reais do contexto do aluno; falta de conhecimentos prévios; concepções equivocadas a respeito de determinados conceitos; linguagem simbólica observada tanto na química quanto na física, dentre outros.

Nesse estudo, interessou-nos observar o processo de construção e exploração colaborativas de um ambiente computacional do tipo *wiki* com ênfase no estudo das leis e conceitos da termodinâmica. Nesse sentido, cabe destacar algumas limitações da nossa investigação: em primeiro lugar, propôs-se a estruturação de algumas sequências de atividades voltadas a determinados conceitos específicos; em segundo, trata-se de um trabalho que não tem a intenção (pelo menos no presente artigo) de traçar uma análise comparativa entre diferentes turmas e/ou grupos de estudantes, pois seria necessário travar uma discussão mais aprofundada com base em dados complementares; o último ponto diz respeito ao instrumento denominado teste de conhecimentos. Por se tratar de uma avaliação objetiva, acreditamos que sua aplicação seja mais apropriada em situações onde o universo de alunos seja grande. No nosso estudo, convém estruturar uma avaliação que contemple as explicações dos estudantes, acerca dos conceitos investigados e que além disso, considere algumas variáveis sócio históricas.

Apesar de não conclusivas, as respostas aos testes indicaram uma boa evolução em três dos sete alunos, sendo que entre os quatro restantes, dois se mantiveram estáveis e dois tiveram a nota inferior no pós teste em relação ao pré teste. Nesses dois últimos casos (estudantes La e Li), constatou-se por meio do questionário que ambas, ao serem perguntadas se possuem afinidade pelos temas da Físico-química, responderam que não, completando: “...tenho uma grande dificuldade em “gravar” conceitos...” e “...alguns conceitos eu decorei, passei de período e esqueci...”. Essas observações nos levam a refletir sobre as palavras de Slavin (1987), ao chamar a nossa atenção para os dois fatores de sucesso que devem estar presentes nas abordagens cooperativas: o engajamento pessoal e a motivação externa. Ou seja, não basta que a escola e o professor proporcionem aos alunos um ambiente intencionalmente organizado e guiado, em condições para as trocas ou interações que se estabelecem em classe e fora dela; a disposição e a motivação pessoal dos estudantes precisam ser estimuladas sob o risco de que as atividades colaborativas, por si só, não garantam os resultados esperados.

6. Referências

Balen, O.; Netz, P. A. (2005) Utilizando a modelagem e a simulação computacional no estudo dos gases ideais e reais. *In: XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física,*

- 2005, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Física (SBF) / CEFET- RJ.
- Barbosa, R. e Jófili, Z. (2004) Aprendizagem Cooperativa e Ensino de Química - parceria que dá certo. *Ciência e Educação*, v. 10, n.1, p. 55-61.
- Barnea, N.; Dori, Y. J. (1996) Computerized molecular modeling as a tool to improve chemistry teaching. *Journal of chemical information and Computer Science*, vol. 36, p. 629-636.
- Costa, R. G. ; Passerino, L. M. (2011) Aprendizagem Colaborativa em Ambiente Computacional: Estudo de Caso dos Licenciandos em Química. In: *LACLO 2011 – Sexto Congresso Latinoamericano de Objetos de Aprendizagem*, 2011, Montevideo. Anais do Lacló 2011. Montevideo : Universidade da República, v. 1.
- Costa, R. G. ; Passerino, L. M. (2008) Uma proposta pedagógica para o uso da modelagem computacional no curso de licenciatura em química do Cefet Campos. *RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 06.
- Davydov, V. V. (1972) “Tipos de generalización en la enseñanza”. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Dewey, J. (1979) “Democracia e Educação: introdução à filosofia da educação”. Trad. De Godofredo Rangel e Anísio Teixeira. São Paulo: Companhia Editora Nacional.
- Echeita, G. e Martín, E. (2004) “Interação Social e Aprendizagem”. In: Coll, C.; Palacios, J. e Marchesi, A. *Desenvolvimento psicológico e Educação: transtornos de desenvolvimento e necessidades educativas*. Porto Alegre: Artmed, p.53-36.
- Justi, R.; Driel, J. (2005) A Case Study of the Development of a Beginning Chemistry Teacher’s Knowledge about Models and Modeling. *Research in Science Education*, p. 197-219.
- Justi, R. & Gilbert, J.K. (2006) “The Role of Analog Models in the Understanding of the Nature of Models in Chemistry”. In PJ. Aubusson, A. G. Harrison & S. M. Ritchie (eds.). *Metaphor and analogy in science education*. Dordrecht: Springer, p 119-130.
- Pontecorvo, C. (1979) “*Università e formazione continua degli insegnanti*”, La Nuova Italia, Firenze.
- Pontecorvo, C.; Ajello, A. e Zucchermaglio, C. (2005) “Discutindo Se Aprende: interação social, conhecimento e escola”. São Paulo: Artmed.
- Rapkiewicz, C. E. ; Cezaro, V. ; Costa, V. M. ; Santos, N. S. S. (2010) Formando autores na licenciatura em Química: uma pesquisa-ação no Norte Fluminense. *RENOTE. Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 8, p. 1-10.
- Silveira, F.L.; Moreira, M.A. (1996). Validación de un test para verificar si el alumno posee concepciones científicas sobre Calor, Temperatura Y Energía Interna. *Enseñanza De Las Ciencias*, v. 14, n. 1, p 75-86.
- Slavin, R. (1987) Development and motivational perspectives on cooperative learning a reconciliation. *Child development*, v. 58, p. 1161 - 1167.
- Yin, Robert K. (2001) “Estudo de caso: planejamento e método”. 2º edição. Porto Alegre: Bookman, 205p.