

# A APRENDIZAGEM COLABORATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA: EM FOCO O CONCEITO DE PODER CALORÍFICO

## *COLLABORATIVE LEARNING IN CHEMISTRY EDUCATION: FOCUS ON THE CONCEPT OF CALORIFIC POWER*

**Lidiane de Lemos Soares Pereira**

lidiane.pereira@ifg.edu.br

*Panecástica – Grupo de Estudos e Pesquisas sobre o Homem, o Trabalho e a Educação Profissional e Tecnológica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Anápolis, Goiás.*

### RESUMO

A aprendizagem colaborativa pressupõe o envolvimento de sujeitos em regime de colaboração com vistas à construção e manutenção do conhecimento. Assim, este relato de experiência compreende a análise das interações promovidas durante uma aula de Química cujo foco era a resolução de uma atividade por meio da colaboração (feita em pares e trios). Dela participaram 20 alunos da 2ª série de um Curso Técnico integrado ao Ensino Médio de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, sendo que a prática foi realizada após quatro aulas em que o conteúdo de Termoquímica fora abordado. O intuito da atividade colaborativa era o de que os alunos pudessem mobilizar os saberes adquiridos nas aulas anteriores e, no regime de colaboração, oferecer respostas às questões. A partir da gravação em áudio das interações discursivas estabelecidas entre os pares e os trios, foram selecionados alguns extratos que compõem este relato. A análise dessa experiência mostrou que a colaboração entre os alunos possibilita um maior nível de envolvimento e corresponsabilidade no processo de aprendizagem.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aprendizagem Colaborativa; Teoria Sociocultural; Poder Calorífico.

### ABSTRACT

*Collaborative learning presupposes the involvement of subjects in collaboration with a view to the construction and maintenance of knowledge. Thus, this experiment report brings about the analysis of the interactions promoted during a Chemistry class whose focus was the resolution of an activity by means of collaboration (in pairs and trios). Twenty 2nd graders of a Technical Course integrated with High School, from a Federal Institute of Education, Science and Technology, participated in the practice, which was carried out after four classes in which the content of Thermochemistry had been approached. The purpose of the collaborative activity was to enable the students to mobilize the knowledge acquired in previous classes and, in a collaborative way, to offer answers to the questions. From the audio recordings containing the discursive interactions established between the pairs and the trios, some extracts have been chosen in order to make up this report. The analysis of this experiment has showed that collaboration between students allows a greater level of involvement and co-responsibility in the learning process.*

**KEYWORDS:** Collaborative Learning; Sociocultural Theory; Calorific Power.

## INTRODUÇÃO

A aprendizagem colaborativa pode ser definida como uma situação educacional em que sujeitos, em colaboração, trabalham em conjunto, na mesma tarefa mediante o compartilhamento de objetivos comuns (CHAN, 2001). Neste sentido, concorda-se com Figueiredo (2006) que a aprendizagem colaborativa é uma abordagem construtivista, já que, na perspectiva construtivista, a aprendizagem pode se compreendida a partir do processo em que os sujeitos constroem novos conceitos a partir dos conhecimentos prévios, e dos que estão sendo adquiridos.

Nas palavras de Roschelle e Teasley (1995, p. 70) “a colaboração é uma atividade coordenada e sincrônica que é o resultado de uma tentativa contínua de construir e manter uma concepção compartilhada de um problema”, por isso a aprendizagem colaborativa se ancora em um tipo de interação social em que o compartilhamento de conhecimento se caracteriza como essencial, mas, atrelado a isso, é preciso que ocorra o envolvimento dos sujeitos na construção e manutenção do conhecimento.

Cabe enfatizar que a aprendizagem colaborativa se diferencia da aprendizagem cooperativa. Apesar de ambas envolverem a interação entre sujeitos, na aprendizagem cooperativa estes sujeitos podem dividir as tarefas na resolução de uma situação problema, já na aprendizagem colaborativa, os sujeitos se envolvem com engajamento mútuo para resolver a situação problema (KNESER; PLOETZNER, 2001).

A experiência descrita neste relato, adotando a perspectiva da aprendizagem colaborativa, tem como objetivo analisar as interações discursivas de 20 alunos, da 2ª série de um Curso Técnico integrado ao Ensino Médio de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, durante uma aula, em que foi realizada uma atividade colaborativa.

Anterior à aula em que foi realizada a atividade, os alunos tiveram quatro aulas sobre o conteúdo de Termoquímica e então a partir dos conhecimentos adquiridos, na quinta aula os alunos deveriam resolver a atividade proposta em colaboração, a partir da interação entre pares e trios. Ao todo foram constituídos 4 pares e 4 trios.

### A interação social na perspectiva vigotskiana

Partindo da premissa de que os processos de aprendizado movimentam os processos de desenvolvimento, Vigotski abre caminho para uma nova forma de ver a educação, que até então era regida por teorias comportamentais (SKINNER, 1972; GAGNÉ, 1971, 1980). Entretanto, pensar a educação nestes moldes pressupõe analisar o sujeito em uma perspectiva ontogenética, percebendo-o como um sujeito situado socialmente e historicamente em constante interação social com os demais sujeitos, ao passo que tais interações permitem a construção desse ser. No dizer de Vigotski:

Desde os primeiros dias do desenvolvimento da criança, suas atividades adquirem um significado próprio num sistema de comportamento social e, sendo dirigidas a objetivos definidos, são refratadas através do prisma do ambiente da criança. O caminho do objeto até a criança e desta até o objeto passa através de outra pessoa. Essa estrutura humana complexa é o produto de um processo de desenvolvimento profundamente enraizado nas ligações entre história individual e história social. (VIGOTSKI, 1998, p. 40).

Oliveira (2000) enfatiza que:

O percurso de desenvolvimento do ser humano é, em parte, definido pelos processos de maturação do organismo individual, pertencente à espécie humana, mas é o aprendizado que possibilita o despertar de processos internos de desenvolvimento que, se não fosse o contato do indivíduo com um determinado ambiente cultural, não ocorreriam. (OLIVEIRA, 2000, p. 14).

Assim, o processo de desenvolvimento é possibilitado pela internalização de processos interpsicológicos, ou seja, todas as funções no desenvolvimento aparecem primeiramente no nível social (interpsicológico ou interpessoal) e, logo em seguida, no nível individual (intrapicológico ou intrapessoal), ocasionando uma relação mediada do sujeito com o mundo. Essa mediação se dá por artefatos culturalmente disponíveis entendidos como elementos mediadores. Para Vigotski (1998), essa mediação ocorre por meio de instrumentos e signos, e o processo de internalização se dá mediante a transformação de signos externos (concretos) em signos internos (abstratos).

O processo de mediação, por meio de instrumentos e signos, é fundamental para o desenvolvimento das funções psicológicas superiores, distinguindo o homem dos outros animais. A mediação é um processo essencial para tornar possível as atividades psicológicas voluntárias, intencionais, controladas pelo próprio indivíduo. (OLIVEIRA, 2002, p. 33).

Corroborar-se com Martins e Moser (2012) que, tanto no trabalho como na ação sobre o mundo, o homem utiliza instrumentos e signos e, por isso, para aprender, o cérebro humano utiliza como mediação as palavras ou a linguagem. Na ótica vigostkiana, a linguagem se apresenta como forma imprescindível de contato social com outras pessoas, sendo capaz de diferenciar o ser humano dos animais.

Se toda ação humana supõe uma mediação, a internalização de processos interpsicológicos é impulsionado pelo aprendizado do sujeito que, via de regra, não ocorre sozinho, necessitando da atuação de outras pessoas. Diante do exposto, quando criança, os agentes externos que promovem essa mediação com o mundo são os adultos que a circundam, mas à medida que as crianças crescem e começam a frequentar a escola, os professores também passam a ser sujeitos educativos externos que possibilitam a ampliação de leitura e entendimento do mundo.

Para Vigotski (1998), o aprendizado deve ser articulado com o nível de desenvolvimento da criança, isto é, devemos descobrir as relações reais entre o processo de desenvolvimento e a capacidade de aprendizado. Dessa forma, ele define dois níveis e a fronteira entre eles, a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP).

Ela [ZDP] é a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes. (VIGOTSKI, 1998, p. 112).

Compreende-se que o nível de desenvolvimento real define as funções que já amadureceram, enquanto a ZDP define as funções que ainda não amadureceram e, por isso, entender esse processo no desenvolvimento capacita os professores a conhecer não somente os ciclos e processos de maturação que já foram completados, mas também os que estão em formação.

Com isso, permitir a interação dos sujeitos mais capazes com os menos capazes amplifica a aprendizagem de ambos. Entretanto, a esse respeito Wells (1999) salienta não ser necessário

que haja um membro do grupo que seja em todos os aspectos mais capaz do que outros. O autor justifica sua afirmação dizendo que a maioria das atividades envolve diferentes tarefas, de modo que um aluno que domina uma tarefa pode não dominar outra e por isso o engajamento mútuo contribui para o aprendizado.

Para Figueiredo (2006) quando o professor assume esse tipo de abordagem em sala de aula, ele não controla nem determina o que os alunos farão durante o trabalho em grupo, pelo contrário, ele se coloca como mediador do processo permitindo que os alunos sejam autônomos na resolução da atividade proposta.

Assim, a abordagem colaborativa em sala de aula, além de promover a coconstrução de conhecimento para os alunos, também possibilita ao professor um repensar constante da sua prática docente, já que em meio a uma abordagem colaborativa, ele pode perceber como os alunos se apropriaram do conhecimento escolar para responder às demandas da atividade proposta.

### **Contextualização do conceito “poder calorífico” no Ensino de Química**

É consenso entre os pesquisadores da área de Educação Química (CACHAPUZ et al., 2011; ETCHEVERRIA, 2008; SANTOS et al.; 2011) que o conhecimento químico difundido nas escolas proveja o aluno de saberes que permitam o exercício da cidadania. Nas palavras de Santos e Schnetzler (2010):

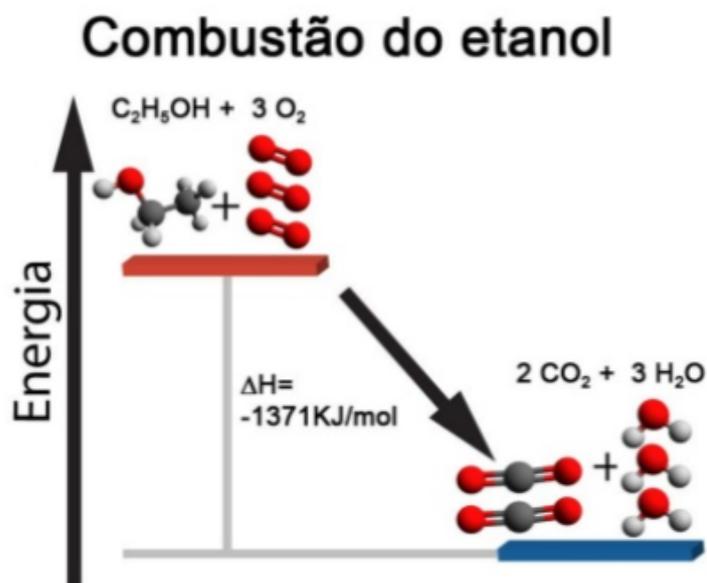
É necessário que os cidadãos conheçam como utilizar as substâncias no seu dia a dia, bem como se posicionem criticamente com relação aos efeitos ambientais do emprego da Química e quanto às decisões referentes aos investimentos nessa área, a fim de buscar soluções para os problemas sociais que podem ser resolvidos com a ajuda do seu desenvolvimento. (SANTOS e SCHNETZLER, 2010, p. 47).

Entendemos que todos os conteúdos que estão contidos no currículo de Química foram pensados dentro dessa lógica e, diante do exposto, o conceito de poder calorífico se encontra ancorado em um conceito maior da Química, definido por “Entalpia de Combustão” que por sua vez encontra-se dentro do conteúdo de Termoquímica.

Em Química, a Termoquímica é a parte que estuda a energia envolvida nas reações químicas e do ponto de vista classificatório, as reações químicas podem acontecer com liberação de energia (exotérmica) ou com absorção de energia (endotérmica). As reações químicas de combustão é um tipo de reação exotérmica, e a energia gerada por elas pode ser utilizada em motores automotivos, como pode ser observado na Figura 1.

Como pode ser observado, na Figura 1, as ligações químicas dos reagentes ( $C_2H_5OH$  e  $O_2$ ) absorvem energia e são rompidas, ao passo que novas ligações são formadas a partir da liberação de energia, no intuito de formar os produtos ( $CO_2$  e  $H_2O$ ). Contudo, a liberação de energia na formação dos produtos é muito maior que a absorção de energia para romper as ligações dos reagentes e, por isso, o balanço geral da reação química se dá com a liberação de energia.

A energia liberada nas reações de combustão quando comparadas podem nos fornecer importantes reflexões sobre o poder calorífico destas. Para compreender o poder calorífico, é necessário entendermos quimicamente o conceito de calor, que pode ser definido como a energia transferida de uma região de temperatura mais alta para uma região de temperatura baixa (ATKINS e JONES, 2006). É por isso que os professores de Química insistem em dizer em suas aulas que, quando estamos sentindo frio, é porque estamos perdendo calor.



**Figura 1:** Diagrama de Energia da Reação de Combustão do Etanol.

Fonte: Ponto Ciência, 2018

A energia transferida na forma de calor pode ser medida em joules (J), entretanto, a unidade mais conhecida de medida de calor é a caloria (cal) que corresponde a 4,184 J. Chassot et al. (2005) enfatizam que:

A caloria (cal) foi originalmente definida como a quantidade de energia (transferida ao aquecer) necessária para elevar a temperatura de um grama (1,0 g) de água líquida pura em um grau Celsius (1,0 °C), mais precisamente de 14,5 °C para 15,5 °C (Russel, 1994; Kotz e Treichel Jr., 2002), deixando implícito que o calor específico da água era exatamente 1 cal/(°C g). Termoquimicamente, a definição da caloria é 4,184 J. (CHASSOT et al., 2005, p. 11).

Sendo assim, quando se utiliza um combustível, é desejável que este tenha um bom poder calorífico. Na Tabela 1 se encontra listados o poder calorífico de alguns combustíveis.

**Tabela 1:** Rendimento comparado de alguns combustíveis

Combustível	Poder Calorífico	
	Em kJ/kg	Em kcal/kg
Gás liquefeito de petróleo (GLP)	49.030	11.730
Gasolina isenta de álcool	46.900	11.220
Gasolina com 20% de álcool	40.546	9.700
Querosene	45.144	10.800
Óleo Diesel	44.851	10.730

Carvão Metalúrgico nacional	28.424	6.800
Gás canalizado	17.974	4.300
Lenha	10.550	2.524
Etanol	29.636	7.090
Álcool combustível	27.200	6.507
Metanol	22.200	5.311
Metano	53.922	12.900
Propano	49.951	11.950
Butano	49.324	11.800
Acetileno	40964	9800
Hidrogênio	120802	28900

Fonte: GEPEQ/IQ-USP, 2012.

Se 1 kg de óleo diesel produz 10730 kcal e a combustão de 1 kg de etanol produz 7090 kcal, a partir desses dados é possível determinar qual a massa de etanol é necessária para produzir a mesma quantidade de calor obtida a partir da queima de 1 kg de diesel.

1 kg de etanol ----- produz ----- 7090 kcal

Então m ----- produzirão ----- 10730 kcal

$$m = \frac{10730 \text{ kcal}}{7090 \text{ kcal}} \times 1 \text{ kg} \quad m = 1,5 \text{ kg de etanol}$$

Dessa forma, em termos de calor produzido na reação de combustão, 1,5 kg de etanol equivalem a 1 kg de diesel.

## DETALHAMENTO DAS ATIVIDADES REALIZADAS

A experiência apresentada neste relato foi realizada em uma turma da 2ª série de um Curso Técnico integrado ao Ensino Médio, de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IF).

O presente IF possui três cursos técnicos integrados ao Ensino Médio, e, a partir de relatórios gerados pelo sistema de notas do IF, foi observado que a média das notas dos alunos do Curso Técnico integrado ao Ensino Médio, escolhido para a experiência, era inferior à média das notas dos alunos dos outros cursos. Sendo assim, a experiência poderia contribuir diretamente para a aprendizagem desses alunos.

Enfatiza-se que o conteúdo de Termoquímica, base para a realização da atividade, foi ministrado durante quatro aulas e na quinta aula, que é o foco desta experiência, foi realizada uma atividade colaborativa no intuito de que os alunos pudessem mobilizar os saberes adquiridos a partir das aulas anteriores. Cabe ressaltar que a atividade colaborativa em

questão é parte do módulo IV do livro do aluno, de autoria do GEPEQ/IQ-USP, intitulado "Interações e Transformações I: Elaborando conceitos sobre Transformações Químicas".

A turma em questão é constituída de 22 alunos. Entretanto, estavam presentes no dia da realização da atividade colaborativa, 20 alunos. Foram formados quatro pares e quatro trios para realizar a atividade. A escolha foi realizada pelos próprios alunos e a legenda utilizada para identificá-los foi **A1, A2... A20**. Os pares e trios definidos podem ser observados na Tabela 2 abaixo.

**Tabela 2:** Pares e trios formados durante a realização da atividade colaborativa

Pares e Trios	Alunos
Par 1 (P1)	A1 e A2
Par 2 (P2)	A3 e A4
Par 3 (P3)	A5 e A6
Par 4 (P4)	A7 e A8
Trio 1 (T1)	A9, A10 e A11
Trio 2 (T2)	A12, A13 e A14
Trio 3 (T3)	A15, A16 e A17
Trio 4 (T4)	A18, A19 e A20

Fonte: Elaborada pela autora

A análise da experiência foi possível a partir das atividades impressas e respondidas pelos alunos e a gravação em áudio das interações entre os pares e os trios.

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DO RELATO

A atividade colaborativa foi proposta no intuito de que os alunos pudessem observar que combustíveis diferentes produzem diferentes poderes caloríficos e que esse fato está relacionado com as diferentes composições químicas desses combustíveis. Essa atividade foi proposta para que pudesse ser desenvolvida em regime de colaboração entre os alunos, com o intuito de proporcionar mais chances de aprendizado para os alunos a partir das interações.

Nas palavras de Marcondes e Peixoto (2007), autores pertencentes ao Grupo de Pesquisa em Educação Química (GEPEQ), vinculado ao Instituto de Química da Universidade de São Paulo (IQ-USP), ao fazer referência à obra onde contem parte da atividade colaborativa, ressaltam que:

O trabalho coletivo deve ser valorizado pelo docente, para que o diálogo entre o educando e o ambiente social seja facilitado, pois a compreensão de novos conceitos, novas ideias, deve sempre ser construída e reconstruída pelos participantes das discussões. (MARCONDES e PEIXOTO, 2007, p. 59).

Dessa forma, ao se engajarem na resolução da atividade, os alunos tiveram a oportunidade de trocar ideias e informações (FIGUEIREDO, 2001, 2006) e contribuir para o

amadurecimento de funções que estavam sendo formadas a partir da aquisição do conhecimento de Termoquímica.

### **Análise das interações durante o processo de resolução da atividade**

A sala de aula, dada sua diversidade de alunos, deve contemplar a interação como forma primordial de coconstrução do conhecimento. Nesse sentido, é importante ressaltar que as formas como uma atividade é conduzida favorece ou impede o alcance do aprendizado.

Cabe ressaltar que o objetivo primordial da atividade foi que ela fosse resolvida de forma colaborativa, e tal objetivo foi colocado para os alunos como um desafio. Concorde-se com Silva (2011, p. 53) que "muitas vezes um trabalho em grupo pode ser considerado colaborativo quando na verdade a ação executada pelo conjunto corresponde a uma atividade meramente cooperativa".

Nesse sentido, a primeira questão pretendia que os alunos, a partir da tabela (anexo), comparassem os valores de poder calorífico do gás e da lenha e justificasse o motivo pelo qual é mais conveniente utilizar o fogão a gás à lenha. No extrato 01 encontram-se as interações discursivas entre os alunos do P3:

- [01, P3] A6: Anota aí, gás em kJ, 49.030 por kg ou 11.730 kcal por kg. Nós temos que explicar por que é mais conveniente utilizar fogão a gás do que fogão a lenha.  
A5: (escrevendo...)  
A6: Agora, a lenha tem 10.550 kJ por kg e 2.524 kcal por kg, ou seja, a lenha produz 38.480 kJ por kg a menos que o gás.  
A5: Isso significa o quê?  
A6: Que ele tem um poder calorífico menor.

A partir do extrato 01 observamos um processo em que A6 colabora com a aprendizagem de A5 ao justificar, fundamentado na tabela fornecida, que a lenha possui um poder calorífico menor que o gás e por isso é mais conveniente utilizar o fogão a gás.

A análise da atividade colaborativa permitiu algumas reflexões, já que dos quatro pares e quatro trios, apenas dois pares (P1; P4) e um trio (T1) responderam para além de apenas comparar os dados na tabela. Destes, apenas um único par (P4) trouxe uma reflexão química para os processos de combustão, como pode ser observado no extrato 02:

- [02, P4] A7: O gás tem um maior poder calorífico...  
A8: Claro que não, véio!  
A7: ... do que a lenha veio, o gás tem 49030 quilojoules, enquanto a lenha tem 10550 quilojoules, o gás tem 11730 quilocalorias, enquanto a lenha tem 2524 quilocalorias.  
A8: O que você quis dizer com isso, véio?  
A7: Uai, as razões que justificam é que ele tem o maior poder calorífico e ainda não faz fumaça, essa é a vantagem, mano.  
A8: Ah, entendi, ele produz mais energia e ainda não polui, né?  
A7: Isso.

As interações discursivas entre o P4, no extrato 02, mostra que o par aponta vantagens que perpassam as questões ambientais referentes à combustão, ou seja, no caso do gás, a combustão não gera impurezas porque queima no estado gasoso e forma somente dióxido de carbono e água, enquanto a lenha, além de gerar os mesmos produtos, também gera fuligem, já que queima no estado sólido.

Segundo Santos e Schnetzler (2010) para que o aluno exerça sua cidadania é necessário que ele disponha de informações, relacionadas aos problemas que o afeta diretamente, e saiba se posicionar frente a tal situação a partir dos conhecimentos adquiridos, como o fez A7 ao posicionar-se identificando uma vantagem do uso do gás em relação à lenha.

No extrato 03, é possível observar a utilização de conhecimentos provenientes das aulas anteriores.

- [03, P1] A2: Primeiro, ele gera um maior poder calorífico.  
 A1: O que acontece? Existe uma reação química quando pega fogo na lenha?  
 A2: Sim, combustão.  
 A1: Mas, por que gera mais poder calorífico?  
 A2: Porque aqui na tabela fala.  
 A1: Ah tá.  
 A2: Será que eu preciso dizer que é porque não ocupa muito espaço, também?  
 A1: Não sei. O que você acha?  
 A2: Acho que é importante.  
 A1: Acho bom dizer também que você pode recarregá-lo e não precisa ficar trocando de tempo em tempo.

No extrato 03, A2 se recorda que o nome dado à reação de queima da lenha é combustão. Concorda-se com Vigotski (1998), nesse sentido, quando diz que qualquer função no desenvolvimento do sujeito aparece em cena duas vezes, a primeira no plano social e a segunda no plano psicológico. A2 apreendeu o conceito de combustão em um primeiro momento, provavelmente através da mediação do professor e internalizou o conceito de modo que conseguiu utilizá-lo de forma autônoma na situação problemática destacada pelo extrato 03.

A partir do extrato 03 também se verifica como o regime de colaboração contribui para uma formulação mais completa da resposta, pois a partir das interações, a resposta para a pergunta é um misto das informações de A2 com a intervenção de A1 que diz ser importante acrescentar mais uma informação à resposta.

A segunda questão tinha por objetivo fazer com que os alunos conseguissem calcular o poder calorífico de alguns combustíveis que não são dados comumente em quilogramas, dado que seus estados físicos são líquidos. Para isso, os alunos deveriam converter de kcal/kg para kcal/L mediante os dados de densidade fornecidos na questão, e, em seguida, deveriam calcular a quantidade de álcool combustível necessária para produzir a mesma quantidade de energia do tanque cheio (60 L) de gasolina. Ao final era esperado que os alunos refletissem sobre o motivo pelo qual o consumo de álcool é maior (no que diz respeito a litros) do que gasolina, em um carro do tipo flex, fundamentados em seus cálculos.

GEPEQ/IQ-USP (2008) propõe a resolução do problema da seguinte forma:

1 kg de álcool c. -- produz -- 6507 kcal	1 kg de gasolina -- produz -- 9700 kcal
0,79 kg -- produção -- X	0,743 kg -- produção -- Y
X = 5140,53 kcal/L	Y = 7207,1 kcal/L
<p>Se 1 L de gasolina -- produz -- 7207,1 kcal          Então 60 L de gasolina -- produção -- W          W = 432.426 kcal</p>	
<p>1 L de álcool c.-- produz -- 5140,53 kcal          Z -- produção -- 432.426 kcal          Z = 84,1 L</p>	

**Figura 2:** Resolução do Problema proposto

Fonte: GEPEQ/IQ-USP, 2008.

Portanto, para queimar a quantidade de calor correspondente a 60 litros de gasolina, seriam necessários 84,1 litros de álcool combustível (álcool c.).

O trio T4 se esforçou na tentativa de resolver a situação problemática. Contudo, apesar da mediação da professora, e da intervenção de um aluno de outra dupla, o T4 não conseguiu resolver a questão 2 integralmente, como pode ser observado no extrato 04:

- [04, T4] A18: 60 litros de gasolina dão 582.000 kcal, ou seja, vai ser queimados de gasolina, então quantos litros de álcool devem ser queimados para produzir a mesma quantidade de calor que esse aqui? Esse é o valor final, a gente tem que achar quantos litros de álcool que dá esse valor.
- A20: Quantos litros de álcool vai corresponder a este, certo?
- A19: Olha vai dar mais ou menos isso aqui ó, 79 litros.
- A20: O que você fez?
- A19: Aqui ó, eu só multipliquei 89,5 por esse valor.
- A18: Eu ainda acho que é esse valor aqui, senão a professora tinha falado gasolina e não álcool.
- A19: Como assim, amiga?
- A20: Ai gente, não sei não.
- A18: Professora vem aqui, por favor. A letra d a gente tem que transformar para litros o final?
- P: Não, porque já foi dado que um litro pesa isso. Então você está achando a quantidade de quilocalorias por litro.
- A18: Então explica aqui pra gente, por favor.
- P: A letra d quer explorar a capacidade de vocês fazerem cálculos. A gente sabe que dentro de um carro gasta-se mais álcool do que gasolina. Vocês já ouviram isso de suas mães ou pais?
- A18: Sim, sim.
- P: Comentário do tipo: "Eu vou abastecer com álcool, mas, ele só faz 10 quilômetros por litro, enquanto que gasolina faz mais quilômetros por litro, apesar de ser mais cara". Então muitas pessoas ficam fazendo cálculos nos postos para saber o que compensaria mais. O problema quer saber quantos litros de álcool você vai usar para produzir a mesma quantidade de calor de 60 litros de gasolina. Vocês precisam achar quanto de calor é produzido por 60 litros de gasolina, certo?
- A19: Sim nós já achamos.
- P: Mas isso aqui está errado. Você olhando na tabela já vê que a gasolina tem maior poder calorífico, então vocês precisam achar esse valor que corresponda em litros.
- A20: A4 nos ensina aqui, por favor.
- A4: Nós pegamos o valor da gasolina e multiplicamos por 60.
- A19: Porque tem que equivaler os dois, né?
- A4: Tem que equivaler os dois, mas vocês tem que colocar o X porque você não sabe o valor que você vai usar de etanol. Então você já tem um valor de etanol, então você precisa igualar os lados, e esse aqui você já sabe.
- A18: Amiga você fez errado aqui ó. Isso aqui é 0,79, então vai dar diferente.
- P: Vocês fizeram o cálculo errado, vocês dividiram, olha aqui como elas fizeram?
- A20: Ah entendi.
- A4: Você precisa dividir um pelo outro. Você vai pegar o da gasolina e multiplicar por 60 que vai dar 432.426 kcal, então esse valor também vai dar

para o etanol. Então você já tem o valor para o etanol porque você já fez o cálculo na letra b. Então pra achar o mesmo valor, você vai ter que colocar que um litro de etanol dá 5140,53 kcal, então para dar 432.426 kcal eu preciso de X litros. Depois você vai pegar o 432.426 e dividir pelo valor do etanol e acha a quantidade de litros de gasolina.

P: Eu preciso que vocês compreendam o problema.

A19: Eu entendi, obrigada.

A questão 2 consistia em uma sequência de perguntas interdependentes, ou seja, à medida que o aluno resolvia cada pergunta, ele avançava no desenvolvimento da questão. Entretanto, o T4 começou a questão 2 fazendo os cálculos de maneira errada e isso levou o trio a chegar na última pergunta da questão, sem compreender ao certo o que eles estavam fazendo e, por isso, recorreram a professora e a um aluno de outro par.

Apesar da tentativa de A4, que cumpriu o papel do membro mais capaz, o T4 apenas conseguiu resolver três das quatro perguntas da questão 2, isto é, a questão "d" que exigia um maior esforço cognitivo não foi resolvida corretamente. O T4 determinou a quantidade de calor produzido por 60 litros de álcool e não de gasolina, como pedia o problema, e, ao final, quando deveriam obter um valor maior que 60 litros (dado que o álcool combustível tem um menor poder calorífico que a gasolina), obtiveram um valor menor que 60 litros.

O extrato 04 nos permite inferir que, apesar das interações propiciadas, não é possível garantir que atividade seja completada com êxito por todos os sujeitos. Como afirmam Naves e Echeverría (2014, p. 213) "a apropriação da linguagem química e a aprendizagem dos conceitos dependem, sobremaneira, da forma como as relações são orientadas, das interações daqueles que ensinam e dos lugares que esses sujeitos ocupam na relação".

Cabe enfatizar que, apesar de T4 não efetivar com êxito a atividade colaborativa, a mediação pelo sujeito mais capaz (A4) foi realizada de modo que T4 desenvolvesse ações mentais durante a atividade colaborativa e, por isso, não podemos dizer que não houve aprendizado e/ou desenvolvimento por parte de T4.

O trio T2 demonstrou ser o trio com os níveis de desenvolvimento mais próximo, no que diz respeito aos sujeitos pertencentes ao trio, e os mais engajados na resolução em regime de colaboração, já que, durante todas as interações, todos os participantes contribuíram para a resolução da questão, como podemos observar no extrato 05:

- [05, T2] A13: Como vamos resolver essa?  
A14: Se um litro de álcool combustível tem massa de 0,79 kg, qual o seu poder calorífico em kcal/L. É kcal por litro e não kcal por kg.  
A12: A gente faz uma regra de três.  
A13: Isso, exatamente.  
A12: Se um litro tem 0,79 kg...  
A14: Peraí. Você coloca assim, um quilo aqui e 0,79 kg aqui.  
A12: Mas aqui refere-se somente a um quilo?  
A13: Sim, você pega o kcal/kg e não o kJ/kg.  
A14: Eu acho que é isso mesmo.  
A12: Mas, não tem que transformar de quilo para litro?  
A13: Não, mas aqui é kcal, e aqui é kcal, só que a diferença aqui é que é por quilo e aqui é por litro.  
A14: É regrinha de três, véio!  
A12: Caraca, véio!  
A13: Temos 1 kg para 6507 kcal, então 0,79 kg para X.  
[...]  
A14: E a letra C?

A12: É o mesmo raciocínio.

[...]

A13: Resolveu?

A12: É isso aqui agora, né?

A14: É.

A12: É isso, meu amor!

A14: Agora a C.

A13: É a mesma coisa.

A14: Então se 1 kg está para 9700 kcal, então 0,743 kg está para X.

A12: Espera aí, que vou fazer os cálculos

[...]

A14: Agora só falta a D.

A13: E agora? Essa gasolina aqui da questão é aquela isenta de álcool?

A14: Se fosse ela tinha falado aqui.

A12: Minha mãe disse que coloca essa gasolina isenta de álcool para limpar os bicos do carro.

A13: Que bico, cara?

A12: Da parte do motor, véio.

A14: Volta para a letra D, gente.

A12: Mas, a gasolina roda mais que o álcool.

A13: Ela roda mais, mas a explosão não é a mesma.

A12: Mas roda mais.

A14: Então primeiro temos que achar quantas kcal são produzidas por 60 litros de álcool.

A13: Isso. Também precisamos achar quantas kcal são produzidas por 60 litros de gasolina.

A14: Então, você multiplica esses valores aqui por 60.

A12: Aqui 60, né?

A14: Então se 60 litros de álcool produzem 308.431,8 kcal, então X litros produzirá 432.426 kcal.

A12: Então dá aproximadamente 84 litros.

No extrato 05, pode-se perceber a interação dos membros na resolução do problema, de modo que todos os alunos participaram com o sentimento de responsabilidade no aprendizado do outro. Cabe ressaltar que, a partir do extrato 05, observamos a importância dos pais no desenvolvimento dos sujeitos, já que o A12 em determinado momento conseguiu relacionar a situação problemática com algo já discutido com a mãe em outro momento.

Dessa forma, os dados evidenciam que os alunos chegam à escola com conhecimentos importantes sobre os fenômenos que os cercam e tais conhecimentos possibilitam a aprendizagem e por consequência o desenvolvimento do sujeito. Nas palavras de Vigotski (1998, p. 110) "o aprendizado das crianças começa muito antes de elas frequentarem a escola. Qualquer situação de aprendizado com a qual a criança se defronta na escola tem sempre uma história prévia".

Outro detalhe que chamou a atenção no extrato 05 é que T2 desenvolveu um cálculo diferenciado do proposto por GEPEQ/IQ-USP (2008) acertando o cálculo ao final. Tal atitude demonstra que a colaboração entre pares contribui para autonomia dos sujeitos. Neste sentido, concorda-se com Cachapuz et al. (2011) que a abordagem construtivista e sócio-cultural,

é uma proposta que contempla a participação ativa dos estudantes na construção do conhecimento e não a simples reconstrução pessoal do conhecimento previamente adquirido, através do professor ou do livro escolar. Como refere Hodson (1992), 'Students develop their conceptual

understanding and learn more about scientific inquiry, by engaging in scientific inquiry, provided that there is sufficient opportunity for and support of reflection' (CACHAPUZ et al., 2011, p. 112).

De maneira geral, a atividade que tinha duas questões, gerou em média 81,25% de acertos ao considerar a atividade no todo, como pode ser observado na Tabela 3.

**Tabela 3:** Acertos dos alunos na atividade colaborativa proposta

Pares e trios	% de acertos				
	QUESTÃO 1	QUESTÃO 2			
		A	B	C	D
P1	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
P2	50,0	100,0	100,0	100,0	100,0
P3	50,0	100,0	100,0	100,0	100,0
P4	100,0	100,0	100,0	100,0	0,0
T1	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
T2	50,0	100,0	100,0	100,0	100,0
T3	50,0	100,0	100,0	100,0	100,0
T4	50,0	100,0	100,0	100,0	0,0
<b>Média de acertos</b>	<b>68,75</b>	<b>93,75</b>			
<b>Média geral de acertos</b>	<b>81,25</b>				

Fonte: Elaborada pela autora

A Tabela 3 nos revelou que os alunos que possuem habilidades em uma tarefa (compreensão qualitativa do conceito de poder calorífico em estreita relação com questões ambientais) nem sempre possuem habilidade em outras (relação quantitativa entre substâncias, no que diz respeito ao poder calorífico de cada uma), como no extrato 02, em que P4 argumentou muito bem sobre as vantagens de se utilizar o fogão a gás na questão 1, entretanto, não conseguiu concluir os cálculos com êxito na questão 2.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A interação propiciada pela abordagem colaborativa é primordial para a aprendizagem, autonomia e conseqüente desenvolvimento dos sujeitos. É a partir da interação entre sujeitos diferenciados que se constituem processos de aprendizagem e o aprimoramento de suas estruturas mentais (MELLO; TEIXEIRA, 2012).

Para isso, é preciso que o professor permita, em suas aulas, momentos em que os alunos interajam e possam exercer a autonomia na construção do conhecimento. Desse modo, o professor passa a cumprir um papel de mediador e fornece subsídios para que os alunos sejam, por meio das interações entre os pares, os corresponsáveis pela aprendizagem do outro.

No estudo apresentado, os alunos em contato com sujeitos mais ou igualmente capazes chegaram a um percentual de acertos de 81,25 e permitiu que fossem observadas, a partir da autonomia na resolução da atividade, formas diferenciadas de se resolver um mesmo problema.

Fundamentados em Vigotski (1998), essa experiência permitiu evidenciar em diversos momentos a utilização de conceitos apreendidos anteriormente em sala de aula ou no ambiente familiar, possibilitando-nos refletir sobre as questões que perpassam a relação interdependente do aprendizado e desenvolvimento na ontogênese do sujeito.

Enfim, enfatiza-se que a interação entre os alunos estabelecidas a partir de uma abordagem colaborativa favorece a troca de ideias, conhecimentos e atitudes, e ainda permite que o professor assuma uma postura mediadora, mas aberto também ao aprendizado que os alunos podem prover a este, de modo que contribua para o seu desenvolvimento como sujeito sócio histórico.

## REFERÊNCIAS

ATKINS, Peter; JONES, Loretta. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

CACHAPUZ, António; GIL-PÉREZ, Daniel; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; PRAIA, João; VILCHES, Amparo. **A necessária renovação do ensino das ciências**. 3 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CHAN, Carol K. K. Peer collaboration and discourse patterns in learning from incompatible information. **Instructional Science**. n. 29, p. 443-479, 2001.

CHASSOT, Attico. VENQUIARUTO, Luciana Dornelles; DALLAGO, Rogério Marcos. De olho nos rótulos: compreendendo a unidade calorica. **Química Nova na Escola**. n. 21, p. 10-13, 2005.

ETCHEVERRIA, Teresa Cristina. A problematização no processo de construção do conhecimento. In: GALIAZZI, Maria do Carmo; AUTH, Milton; MORAES, Roque; MANCUSO, Ronaldo. **Aprender em rede na educação em ciências**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2008, p. 77-89.

FIGUEIREDO, Francisco José Quaresma de. **Correção com os pares: os efeitos do processo da correção dialogada na aprendizagem da escrita em língua inglesa**. 2001. Tese (Doutorado em Linguística Aplicada) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.

\_\_\_\_\_. A aprendizagem colaborativa de línguas: algumas considerações conceituais e terminológicas. In: FIGUEIREDO, F. J. Q. (Org.) **A aprendizagem colaborativa de línguas**. Goiânia: Ed. da UFG, 2006, p. 11-45.

GAGNÉ, Robert Mills. **Como se realiza a aprendizagem**. Rio de Janeiro: Ao livro técnico, 1971.

\_\_\_\_\_. **Princípios essenciais da aprendizagem para o ensino**. Porto Alegre: Globo, 1980.

GEPEQ/IQ-USP. **Interações e Transformações I: Elaborando conceitos sobre Transformações Químicas** – Guia do Professor. 5 ed. São Paulo: EDUSP, 2008.

GEPEQ/IQ-USP. **Interações e Transformações I: Elaborando conceitos sobre Transformações Químicas** – Livro do Aluno. 2 ed. São Paulo: EDUSP, 2012.

KNESER, Cornelia; PLOETZNER, Rolf. Collaboration on the basis of complementary domain knowledge: Observed dialogue structures and their relation to learning success. **Learning and Instruction**. n.11, p. 53-83, 2001.

MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro; PEIXOTO, Hebe Ribeiro da Cruz. Interações e Transformações – Química para o Ensino Médio: uma contribuição para a melhoria do ensino. In: ZANON, Lenir Basso; MALDANER, Otávio Aloisio. (Orgs.). **Fundamentos e Propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007, p. 43-65.

MARTINS, Onilza Borges; MOSER, Alvino. Conceito de mediação em Vygotsky, Leontiev e Wertsch. **Revista Intersaberes**. v. 7, n. 13, p. 8-28, 2012.

MELLO, Elisângela de Fátima Fernandes de; TEIXEIRA, Adriano Canabarro. A interação social descrita por Vigotski e a sua possível ligação com a aprendizagem colaborativa através das tecnologias de rede. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DA REGIÃO SUL, 9, 2012, Caxias do Sul. **Anais...** Caxias do Sul: ANPED Sul, 2012, p. 1-15.

NAVES, Amanda Tavares; ECHEVERRÍA, Agustina Rosa. Ensino e aprendizagem de conceitos científicos nas relações entre pares: Uma discussão à luz da abordagem sócio-histórica. In: ECHEVERRÍA, Agustina Rosa; DIAS CASSIANO, Karla Ferreira; COSTA, Lorenna Silva Oliveira. (Orgs.) **Ensino de Ciências e Matemática: Repensando currículo, aprendizagem, formação de professores e políticas públicas**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2014, p. 203-220.

OLIVEIRA, Marta Kohl. O pensamento de Vygotsky como fonte de reflexão sobre a educação. **Caderno Cedes**. ano XX, n. 35, p. 11-18, 2000.

\_\_\_\_\_. **Vygotsky: Aprendizado e desenvolvimento um processo sócio-histórico**. 4 ed. São Paulo: Scipione, 2002.

ROSHELLE, Jeremy; TEASLEY, Stephanie D. The construction of shared knowledge in collaborative problem solving. In: O'MALLEY, Claire. (Org.) **Computer Supported Collaborative Learning** (Series F: Computer and Systems Sciences) v. 128, Berlin: Springer-Heidelberg, 1995, p. 69-197.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; GALIAZZI, Maria do Carmo; PINHEIRO JUNIOR, Edi Morales; SOUZA, Moacir Langoni; PORTUGAL, Simone. O enfoque CTS e a Educação Ambiental: Possibilidades de "ambientalização" da sala de aula de Ciências. In: SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MALDANER, Otávio Aloisio. (Orgs.) **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2011, p. 131-157.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **Educação em Química: Compromisso com a cidadania**. 4 ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010.

SILVA, Vitor de Almeida. **A aprendizagem colaborativa como método de apropriação do conhecimento químico em sala de aula**. 2011. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

SKINNER, Burrhus Frederic. **Tecnologia do ensino**. São Paulo: Herder, 1972.

VIGOTSKI, Lev Semyonovich. **A formação social da mente**. 6 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

WELLS, Gordon. The zone of proximal development and its implications for learning and teaching. In: WELLS, Gordon. **Dialogic inquiry: Towards a sociocultural practice and theory of education**. Cambridge: Cambridge University Press, 1999, p. 313-334.



Revista  
Ciências & Ideias