

O efeito de uma sequência didática de cálculos químicos com enfoque CTS no contexto da EJA

RESUMO

Os cálculos químicos são difíceis para muitos estudantes. Discutir esses conteúdos e sua relação com a tecnologia e a sociedade pode contribuir para uma melhora na aprendizagem e na conduta cidadã dos alunos. O objetivo deste trabalho foi analisar a influência de uma sequência didática (SD) de cálculos químicos baseados em equações químicas com enfoque em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Os sujeitos desta pesquisa foram 42 alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA). Os instrumentos utilizados foram um pré-teste e um pós-teste com questões contextualizadas na perspectiva CTS. O uso da SD mostrou ser uma proposta metodológica satisfatória para melhorar a compreensão dos cálculos químicos e das interações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. Os resultados obtidos podem ser um ponto de partida para melhorar a formação dos alunos e contribuir para contornar as dificuldades que apresentam e para que sejam capazes de opinar sobre aspectos do cotidiano.

PALAVRAS-CHAVE: CTS. Cálculos Químicos. EJA.

Kauê de Melo Ferreira

kaue.ferreira.quimica@gmail.com

Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, professor da rede estadual de São Paulo.

Tomás Noel Herrera Vasconcelos

tomas.vasconcelos@cruzeirodosul.edu.br

Doutor em Engenharia Química, professor da Universidade Cruzeiro do Sul.

INTRODUÇÃO

O ensino de ciências com enfoque em CTS busca a formação de um cidadão crítico, implicando na necessidade de desenvolver no aluno conhecimentos fundamentais sobre ciência e tecnologia, para que ele possa participar efetivamente em nossa sociedade. Portanto, tal ensino deve levar o aluno a vivenciar situações que propiciem o desenvolvimento da capacidade de criticar e avaliar frente às questões sociais que envolvam esses aspectos (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2009).

Hoje, para Binatto (2015), convivemos com o dinâmico desenvolvimento científico e tecnológico que dita os rumos das nossas vidas, o que pode trazer consequências positivas ou negativas. Nós, cidadãos, estamos sofrendo impactos por amplas modificações geopolíticas, econômicas e, em especial, tecnológicas, que mexem com a vida das pessoas no trabalho, no lazer, na família etc. É essencial discutir, como discutido por Mortimer e Santos (1999), dimensões ambientais, tecnológicas, políticas e econômicas do conhecimento científico que permitam o desenvolvimento de conhecimentos fundamentais ao cidadão e possibilitem ao aluno a participação em atividades em que ele seja estimulado a tomar decisões.

O presente trabalho demonstra uma abordagem contextualizada dos conceitos de cálculos químicos usando equações químicas para alunos do ensino médio supletivo da rede pública estadual de ensino, dentro do currículo de Ciências da Natureza do Ensino Médio. Para Pio (2006, p. 7), o conhecimento sobre cálculos químicos é de fundamental importância para o aluno, já que pode ser aplicado em muitas situações do cotidiano, como na prescrição de diferentes medicamentos que se baseiam em doses calculadas a partir de determinada quantidade do agente ativo do medicamento e que são necessárias para reagir com certas substâncias no nosso organismo.

O objetivo da pesquisa é analisar a influência de uma sequência didática de cálculos químicos usando equações químicas com enfoque CTS.

O MOVIMENTO CTS

O Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) surgiu, de acordo com Santos (2011), em um contexto de crítica ao modelo desenvolvimentista e de reflexão sobre o papel da Ciência na Sociedade. Esse movimento nasceu guiado pela ideia de que a educação científica, para ser incluída de modo relevante para todos, deveria ser uma educação em contexto para a sociedade (VÁZQUEZ-ALONSO; MANASSERO-MAS, 2012).

O que norteia primordialmente o movimento CTS na educação é o ensino de ciências que alcance objetivos como o pensamento crítico e de alto nível, habilidades cognitivas de categoria elevada, solução de problemas e capacidades de tomar decisões próprias do pleno exercício da cidadania (TRIVELATO, 1993, p.7). De acordo com Santos e Schnetzler (1997 apud SANTOS; MORTIMER, 2002), alfabetizar, portanto, os cidadãos em ciência e tecnologia é hoje uma necessidade do mundo contemporâneo. Não se trata de demonstrar as maravilhas da ciência, como a mídia já o faz, mas de disponibilizar representações que permitam ao cidadão agir, tomar decisões e compreender o que está em jogo no discurso dos especialistas (FOUREZ, 1995 apud SANTOS; MORTIMER, 2002). Essa tem sido a

principal proposição dos currículos com ênfase em CTS (SANTOS; MORTIMER, 2002).

CÁLCULO ESTEQUIOMÉTRICO

A estequiometria compreende as informações quantitativas relacionadas a fórmulas e equações químicas (CAZZARO, 1999). Ela é baseada na lei da conservação da massa e na lei das proporções fixas.

Os cálculos químicos a partir das equações químicas podem contribuir para uma melhor compreensão da relevância da Química em nossa vida e no entendimento da proporcionalidade presente nos processos tecnológicos, elaboração de medicamentos, alimentos e preparação de soluções domésticas, entre outras aplicações.

Segundo Dressler e Robaina (2012), a maioria dos alunos apresenta dificuldades de aprendizagem nesse conteúdo por vários motivos, como baixo rendimento em conceitos básicos matemáticos (regras de três e porcentagem), métodos de ensino adotados pelo professor, falta de contextualização, condições da escola (carência de espaços para formação dos professores) e ausência de recursos (laboratórios, biblioteca etc.).

A contextualização deste conceito proporciona a interação entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, bem como o desenvolvimento de atitudes e crenças nos educandos, o que pode amenizar as dificuldades com a utilização de temas sócio-científicos.

EDUCAÇÃO PARA JOVENS E ADULTOS (EJA)

Para Silva e Ploharski (2011), o ensino para jovens e adultos pode ser um conjunto de ações desenvolvidas pelo professor para alcançar os objetivos propostos, e não um roteiro prescritivo que busca promover uma ação docente mecanizada que desconsidera o contexto em que o aluno está inserido, pois os conteúdos preparados e trabalhados em sala de aula devem estar relacionados diretamente com o contexto em que o educando está inserido. A contextualização do conteúdo é fundamental: ela favorece ao aluno desenvolver uma interligação entre sua problemática e a realidade da população, cabendo à educação desempenhar seu papel “emancipatório e libertador” (FREIRE, 2011).

Sabemos que a disciplina de Química compõe o currículo da EJA, entretanto, como aponta Budel e Guimarães (2009), ensinar Química para esse perfil de aluno é um desafio: os estudantes possuem grande dificuldade e devido a isso apresentam frustrações e não se acham capazes de aprender Química.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Para Sepini (2014) sequência didática é um conjunto de atividades ligadas entre si, planejadas para ensinar um determinado conteúdo. Ela considera tanto os conteúdos de ensino estabelecidos pelas instruções oficiais quanto os objetivos de aprendizagem específicos, contempla a necessidade de trabalhar com atividades e suportes de exercícios variados, permite integrar as atividades de

leitura, de escrita e de conhecimento da língua, de acordo com um calendário pré-fixado e proporciona a motivação dos alunos, uma vez que permite a explicitação dos objetivos das diferentes atividades e do objetivo geral que as guia (MACHADO, 2010).

Do ponto de vista de CTS, de acordo com Magalhães e Derby (2008), podemos mencionar que uma conexão envolvendo conceitos químicos e o contexto tecnológico e social contribui para uma maior participação e interesse dos alunos no desenvolvimento da sequência didática e favorece a eles uma melhor compreensão de fatores como uma problemática social e ambiental.

METODOLOGIA

A partir dos objetivos desta pesquisa aplicou-se a sequência didática sobre cálculos químicos por meio de equações e da contextualização das conexões entre ciência, tecnologia e sociedade em uma abordagem quali-quantitativa, desenvolvida no segundo semestre de 2014 em uma escola estadual em São Paulo. O grupo, formado por 42 estudantes, possuía faixa etária ampla e grau de aprendizagem heterogêneo.

Como instrumentos foram aplicados um pré-teste e, posteriormente, um pós-teste contendo duas questões do COCTS (Cuestionario de Opiniones sobre la Ciencia, la Tecnologia y la Sociedad), duas questões de conteúdo específico e uma pergunta com relação às dificuldades sobre cálculos estequiométricos.

O intervalo entre a aplicação do questionário prévio e o questionário posterior foi de aproximadamente 120 dias.

O questionário COCTS traz uma série de perguntas e uma determinada quantidade de afirmações pré-estabelecidas e de múltipla escolha. De acordo com Manassero (2010), o importante é avaliar as atitudes sobre a natureza da Ciência e da Tecnologia organizadas em temas e subtemas CTS.

A primeira questão do pré-teste (Quadro 1) buscou mensurar o conhecimento do discente a respeito da relação entre a sociedade e a tecnologia. Essa questão tem grande importância, pois, como ressalva Vazquez et al. (2008), a influência que a sociedade exerce no sistema tecnocientífico é transmitida por diversos meios, como governo e economia, entre outros; e a ciência, junto à tecnologia, contribuiu para a configuração das atuais sociedades do mundo.

Quadro 1: Questão 20811 – COCTS

Categoria	20811: A sociedade tem influência sobre a tecnologia?
Ingênua	Não influencia muito em tecnologia.
Plausível	As necessidades da sociedade orientam a tecnologia.
Plausível	A sociedade tem o poder de impor restrições sobre o uso da tecnologia.
Plausível	A sociedade tem o poder de aceitar ou não aceitar as novas tecnologias que chegam ao nosso mercado.
Adequada	A sociedade controla a tecnologia por meios legais, por exemplo, as leis que impõem catalisadores para reduzir a poluição de carros ou licença de funcionamento para indústrias nucleares.
Plausível	A sociedade cria demandas e a tecnologia impõe restrições a elas, pois a tecnologia prima por valores importantes de qualidade de vida.

Categoria		20811: A sociedade tem influência sobre a tecnologia?
Plausível		A sociedade apoia a ciência quando ela se baseia em desenvolvimento tecnológico.
Ingênua		Não influencia muito em tecnologia.

Fonte: Vázquez; Manassero, 2012.

De acordo com o quadro 1, a questão gera diferentes afirmações. Cada afirmação se enquadra em uma categoria diferente. São elas: Adequada [A], Plausível [P] e Ingênua [I]. Cada uma das questões do COCTS segue o mesmo padrão: inicia-se por um enunciado abordando um problema CTS que diz respeito ao que se deseja conhecer e é seguida de uma lista de frases expressando várias alternativas sobre o mesmo tema. (VAZQUES, et al 2011).

Segundo Vazquez et al. (2008, apud CABRAL, 2014), a frase é considerada como adequada se expressar uma “crença apropriada” da perspectiva dos conhecimentos de história, filosofia e sociologia da ciência, plausível quando expressa “alguns aspectos apropriados” das perspectivas citadas anteriormente e ingênua quando expressa uma crença que não é nem apropriada nem plausível da perspectiva indicada.

Como menciona Manassero (2010 apud CABRAL, 2014), cada frase tem abaixo do seu texto uma sequência numérica de 1 a 9 (escala de Likert, AMARO; POVOA; MACEDO, 2005) e o estudante deve numerar cada frase de acordo com seu grau de aceitação.

A segunda questão (Quadro 2) traz a contribuição da ciência e da tecnologia na resolução de problemas rotineiros, buscando obter do aluno sua opinião no que diz respeito à importância do conhecimento científico na tomada de decisões.

Quadro 2: Questão 40421 – COCTS

Categoria		40421: O conhecimento científico ajuda você a resolver problemas do dia-a-dia?
Ingênua		Sim, quando eu trato os problemas como problemas científicos.
Plausível		Me ajuda a compreender melhor os problemas do dia a dia, mas aquilo que aprendo em ciências não é útil em minha vida.
Adequada		Aquilo que aprendi em ciências me ajuda a decifrar problemas diários.
Plausível		O raciocínio sistemático e as ideias e os fatos que aprendi nas aulas de ciências me ajudam muito. Eu usei para resolver alguns problemas e compreender uma ampla variedade de eventos da natureza.
Plausível		Não me ajuda no dia a dia, mas consigo fazer uma melhor leitura do mundo graças à ciência.
Plausível		Não tem relação com minha realidade. Apenas são conceitos teóricos
Adequada		Meus problemas cotidianos são resolvidos pela minha experiência ou conhecimento e não estão relacionados com ciência e tecnologia

Fonte: Vázquez; Manassero, 2012.

Já os conteúdos específicos avaliados foram:

- (Questão 3). Dada a reação não balanceada: $Zn + HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$. Quantos mols de átomos de zinco reagem completamente com 20 mols de ácido clorídrico (HCl)?

- (Questão 4 BROWN, L.; HOLME T., 2012, adaptado). O hidrogênio é considerado o combustível do futuro por ser uma fonte de energia renovável,

inesgotável e não poluente, que trará benefícios para toda a humanidade, e o mais importante: para o meio ambiente. Se você tivesse que produzir hidrogênio gasoso (H_2), por meio de reação com ácido clorídrico (HCl), qual metal produziria maior quantidade de hidrogênio por grama de metal: magnésio (Mg), alumínio (Al) ou zinco (Zn)? Descreva todas as etapas que julgar coerente.

Para o questionário posterior, a questão 4 foi alterada para: (MOREIRA, R.2014): Da natureza vem a matéria-prima para a produção do alumínio e, portanto, existe grande preocupação por parte da indústria produtora do metal em preservá-la. A substância extraída da natureza para a produção de alumínio é conhecida como alumina, ou óxido de alumínio – Al_2O_3 . A indústria brasileira do alumínio é hoje referência mundial em ações de preservação ambiental. Graças às iniciativas pioneiras e às várias parcerias institucionais, o setor obteve grandes resultados na redução do consumo de recursos naturais, na redução de emissões, na reabilitação de áreas mineradas e no reaproveitamento e reciclagem de resíduos e produtos. Em 2006, um estudo apontou dados em que o índice de reciclagem de latas de alumínio no Brasil era o maior do mundo, sendo que, quase todas as latinhas de alumínio consumidas eram recicladas, voltando ao mercado. Considerando os dados informados no texto e que a massa de uma latinha de alumínio é de, aproximadamente, 13,5 g, qual a massa de alumina, em quilos, que deixou de ser retirada da natureza em função da reciclagem, considerando um consumo de 200.000 de latinhas de alumínio?

A última questão buscou a opinião do discente com relação às dificuldades para resolver exercícios e problemas sobre estequiometria.

A sequência didática foi desenvolvida em quatro etapas e cada etapa correspondeu a duas aulas de 45 minutos (totalizando 6 horas).

É importante salientar que, durante o desenvolvimento da intervenção pedagógica, não foram mencionadas as questões do COCTS, minimizando a possibilidade de provocar uma memorização mecânica por parte dos alunos. No entanto, subsídios foram fornecidos para auxiliar o discente a compreender tais questões.

A primeira etapa procurou expor principalmente conteúdos conceituais (leis estequiométricas), buscando uma sensibilização correspondente ao levantamento inicial de uma atividade a ser realizada em sala de aula. Cada aluno, como tarefa da aula anterior, trouxe a composição de alguns medicamentos antiácidos que contêm hidróxido de magnésio, de modo a calcularmos a relação estequiométrica desse componente e do produto obtido.

A segunda etapa buscou aprimorar o estudo abordado por meio da resolução de problemas e, como ressalta Zabala (1998), promover a capacidade de criar conceitos a partir de seu próprio estudo. Foi discutido um problema relacionado com os cálculos químicos e a obtenção do etanol a partir da cana-de-açúcar, os problemas sociais dos trabalhadores que cortam a cana e os benefícios e prejuízos da utilização do álcool como combustível.

A terceira etapa tratou de um experimento com os alunos. Segundo Giordan (1999), é consenso que a experimentação em Química desperta interesse entre os alunos, independentemente do nível de escolarização. Somado à função de concretizar para o aluno as formulações teóricas da ciência, frequentemente

empregada por professores como estratégia de ensino que visa melhorar a aprendizagem dos alunos (SILVA et al., 2010).

A quarta etapa consistiu de uma consolidação do material estudado e verificação das possíveis mudanças, em particular em relação ao enfoque CTS. Por fim, foi realizada uma avaliação.

RESULTADOS

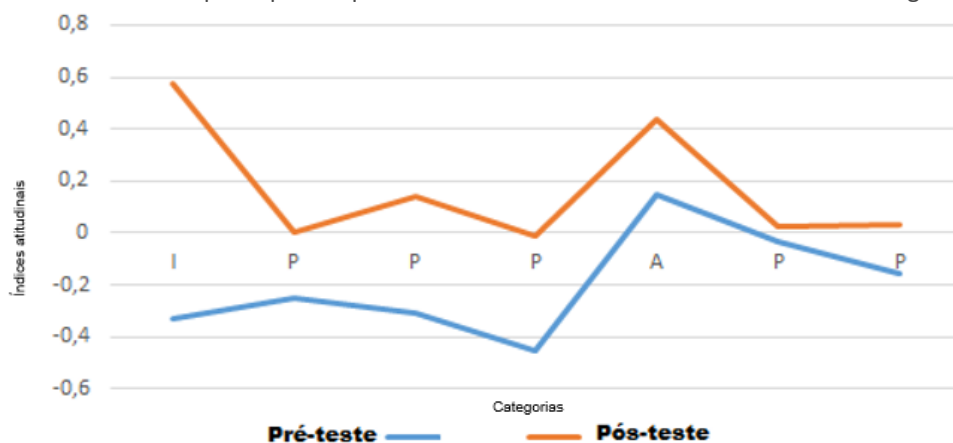
Considerando os objetivos deste trabalho, analisaremos de forma paralela os resultados da aplicação do questionário prévio e posterior à sequência didática. Serão discutidos os resultados da aplicação do COCTS e dos conteúdos específicos que foram avaliados. Além disso, serão analisadas as diferentes etapas da sequência didática, assim como as estratégias utilizadas.

APLICAÇÃO DO COCTS

O grau de concordância na escala de Likert de 9 pontos (1 a 9) foi transformado em uma nova escala de idêntico significado de medida. Os dados das questões foram tabulados, em consonância com sua categoria (adequada, plausível ou ingênua). Esses valores de índice de concordância foram transformados em um índice atitudinal normalizado no intervalo de [-1, +1]. Quanto mais positivo um índice mais adequada é a atitude e quanto mais negativo for o índice, mais ingênua é a atitude (MANASSERO, 2010).

No gráfico 1 estão representados os índices atitudinais médios normalizados das respostas dos alunos para a primeira questão (20811 do COCTS, Quadro 1) aplicada nos questionários (pré e posterior) de acordo com a metodologia:

Gráfico 1 – Resposta para a questão: a sociedade tem influência sobre a tecnologia?



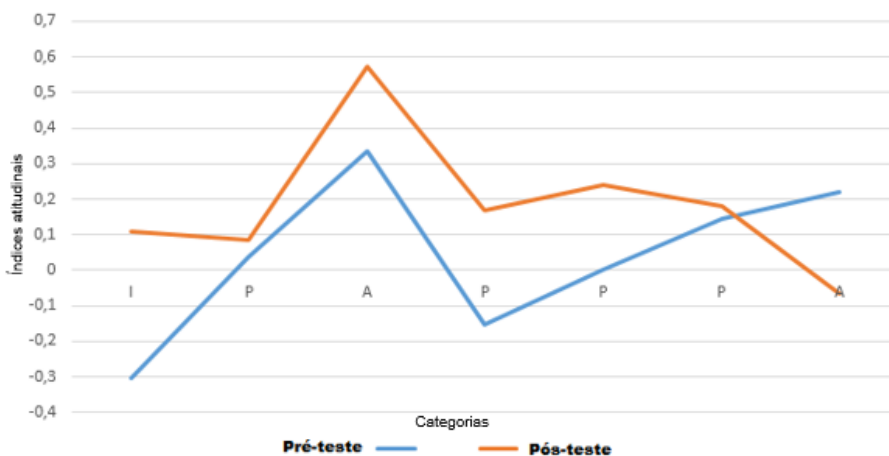
Fonte: Autoria própria.

Observamos que no pré-teste, para esta questão, os sujeitos apresentaram, em geral, um índice atitudinal mais negativo, ou seja, uma atitude ingênua para estas categorias. Entretanto, no pós-teste podemos observar que para a primeira frase, classificada como ingênua pela afirmação: “Não influencia muito em tecnologia”, houve uma mudança significativa para melhor, representando um

índice mais próximo de uma atitude adequada. Nota-se uma significativa mudança positiva no questionário posterior em relação ao questionário prévio.

No gráfico 2, encontram-se as respostas dos alunos para a segunda questão dos questionários prévio e posterior (Quadro 2).

Gráfico 2 – Resposta para a questão: o conhecimento científico ajuda você a resolver problemas do dia a dia?



Fonte: Autoria própria.

Nesta questão, as frases que apresentaram a atitude mais ingênua no pré-teste foram as afirmações A (categoria ingênua) e D (categoria plausível). Respectivamente, foram as afirmações “Sim, quando eu trato tais problemas como problemas científicos” e “O raciocínio sistemático e as ideias e os fatos que aprendi nas aulas de ciências me ajudam muito. Eu usei para resolver alguns problemas e compreender uma ampla variedade de eventos da natureza”. A questão apresentou, em geral, índices mais positivos no questionário posterior, isso pode significar uma leitura mais adequada por parte do aluno dessa relação que envolve a influência da ciência e tecnologia sobre a sociedade.

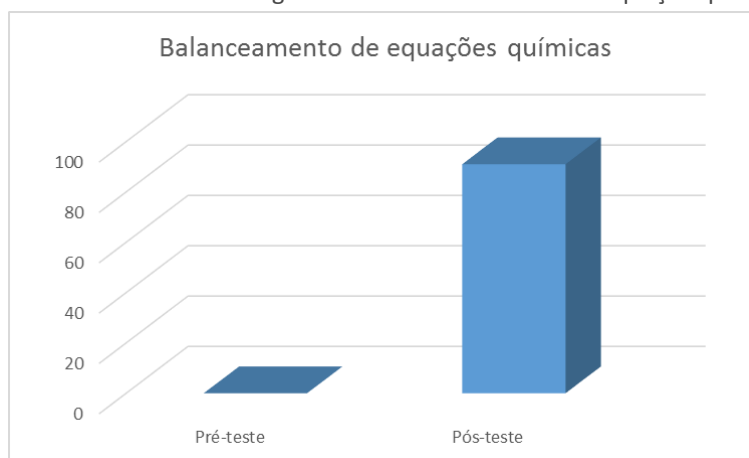
Analisando o pós-teste, houve um aumento significativo para uma atitude adequada em praticamente todas as afirmações, com destaque para a afirmação C que menciona “Aquilo que aprendi em ciências me ajuda a decifrar problemas diários”, atingindo como média entre os respondentes de 0,57. Todavia, observamos que na afirmação G dessa pergunta, que traz a frase “Meus problemas cotidianos são resolvidos pela minha experiência ou conhecimento e não estão relacionados com ciência e tecnologia”, houve um decréscimo de 0,22 para -0,06 entre as médias de todos os respondentes. É importante ressaltar que a referida afirmação é da categoria adequada, ou seja, presume-se que o ideal seria que cada aluno concordasse com a frase em questão, diferente da realidade, em que a maioria discordou.

Mudanças potencialmente significativas aconteceram após a aplicação da sequência didática. A participação dos alunos foi mais ativa e crítica. Acreditamos que a sequência didática, em que foram abordados aspectos científicos, tecnológicos e sociais ao longo de sua aplicação, foi um subsídio para o melhor resultado obtido.

Por meio das leituras das respostas coletadas dos estudantes e considerando as semelhanças e as diferenças obtidas entre o pré-teste e o pós-teste, foi possível identificar respostas que, de acordo com Bardin (2010), podem ser agrupadas em categorias de análise:

Balanceamento de uma equação química: no Gráfico 3 estão representados os resultados obtidos no pré-teste e no pós-teste. No pré-teste nenhum aluno foi capaz de balancear a equação. No pós-teste aproximadamente 91,0% dos estudantes foram capazes de balanceá-la. Uma explanação teórica sobre balanceamento de equações químicas e vários exercícios de fácil compreensão (tendo em vista o cenário da EJA) foram trabalhados, visto que o tema é de fundamental importância para assimilação plena do conceito.

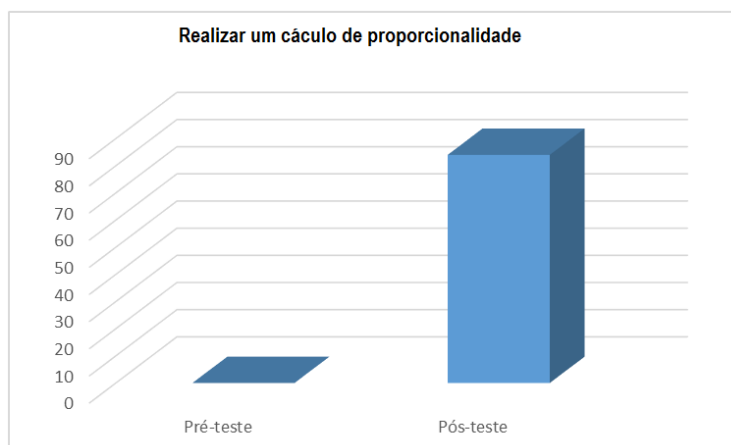
Gráfico 3 – Análise da categoria: balanceamento de uma equação química



Fonte: Autoria própria.

Realizar um cálculo de proporcionalidade a partir de uma equação química (Gráfico 4): no primeiro teste nenhum dos estudantes formulou um raciocínio matemático para o cálculo de proporções das substâncias químicas, porém, no segundo teste 84% dos estudantes realizaram uma “regra de três” corretamente para cada equação química fornecida e encontraram a resposta adequada. Acreditamos que o bom resultado para esta categoria se deve ao procedimento aplicado para o cálculo de um exercício ou problema envolvendo valores diretamente proporcionais e também a metodologia fornecida para resolver os exercícios.

Gráfico 4 – Análise da categoria: realizar um cálculo de proporcionalidade

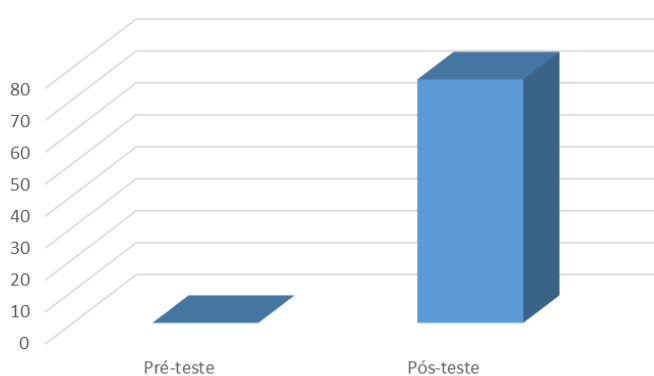


Fonte: Autoria própria.

Interpretar um problema envolvendo cálculos químicos: no pré-teste nenhum dos alunos alcançou um desempenho esperado para o problema fornecido, porém, no pós-teste obtivemos um percentual de 76,2% de alunos que encontraram a resposta depois que o professor forneceu as informações solicitadas, como, por exemplo, a equação química, e também auxiliou em interpretações de determinados dados. Entretanto, para a resolução do problema os estudantes apresentaram mais dificuldade para interpretar seu enunciado. Ao fornecer aos alunos recursos didáticos (diálogo e releitura do material em grupo para conduzi-los ao raciocínio coreto) a fim de nortear a condução da atividade, a resolução seguiu com solidez, justificando o bom resultado para o gráfico a seguir:

Gráfico 5 – Análise da categoria: interpretar um problema de cálculos químicos

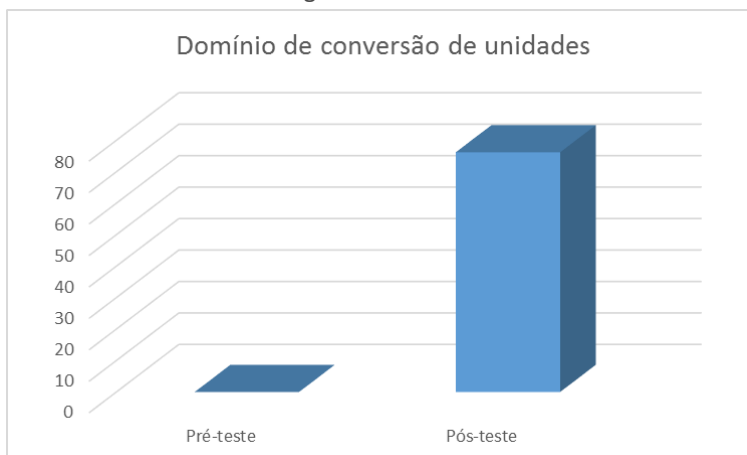
Interpretar um problema envolvendo cálculos químicos



Fonte: Autoria própria.

Domínio das operações matemáticas de conversão de valores massa-mol ou vice-versa (Gráfico 6): 76,2% dos alunos conseguiram, com êxito, calcular a correta proporção e conversão de unidades envolvendo a relação massa-mol em um exercício e em um problema. Os estudantes apresentaram mais dificuldades para equacionar quimicamente o fenômeno delineado e, após isso, para inserir os dados, realizar a conversão de unidades (quando necessária), para então montar a regra de três e desvendar o valor da incógnita.

Gráfico 6 – Análise da categoria: domínio de conversão de unidades



Fonte: Autoria própria.

Etapa 1 – SD

Para iniciar o desenvolvimento do conteúdo e o senso crítico e participativo de cada aluno, foi indagado: é possível calcularmos a quantidade de hidróxido de magnésio presente no medicamento que vocês pesquisaram? Qual quantidade de produto será obtida ao reagir todo o medicamento com ácido clorídrico contido no suco gástrico?

Dessa forma, foi explicado aos alunos que, primeiramente, é necessário conhecer a equação química balanceada: $2\text{HCl} + \text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{MgCl}_2$

Para resolver esta questão fornecemos uma metodologia e, após os cálculos, com a informação em mãos da composição química do medicamento GASTROL (solicitado na aula anterior), foi possível encontrar o valor da massa de cada substância presente na reação química e discutir como os antiácidos atuam em nosso organismo.

Para aprofundamento no conceito teórico de cálculos químicos, mais um exercício foi proposto aos discentes, como demonstrado abaixo:

- “O gás metano, também conhecido como gás do lixo, ao sofrer combustão resulta em: $\text{CH}_{4(\text{g})} + 2 \text{O}_{2(\text{g})} \rightarrow \text{CO}_{2(\text{g})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}$
- Quantos mols de água serão originários a partir da combustão de 18 mols de gás metano?
- Qual a massa correspondente de água originária dessa combustão?
- Você conhece os prejuízos causados pelo gás metano ao meio ambiente?”.

Durante a resolução do exercício, foi interessante notar que os alunos começaram a realizar cálculos mentais nos itens a e b do exercício, dispensando transcrever seus pensamentos no papel para chegar ao resultado. Isso demonstra assimilação do conceito lei das proporções fixas. Para o item c do exercício, notou-se que muitos conheciam o gás metano como combustível veicular para automóveis. Alguns o confundiam com o gás de cozinha, fazendo com que fosse necessário esclarecer junto aos estudantes que os principais componentes desse gás são propano e butano. Porém, poucos souberam explicar seu malefício para o meio ambiente. Alguns alunos apontaram os benefícios e malefícios

principalmente em relação à poluição atmosférica (efeito estufa). Conhecer esse problema é de grande importância para associar a direta correlação entre tecnologia e sociedade, como na afirmação mencionada no questionário COCTS.

Etapa 2 – SD

Foram aplicados dois problemas aos alunos. Um deles foi:

- “Problema: (Enem adaptado - 2007) O lavrador de Ribeirão Preto recebe em média R\$ 2,50 por tonelada de cana cortada. Nos anos 1980, esse trabalhador cortava cinco toneladas de cana por dia. A mecanização da colheita o obrigou a ser mais produtivo. O corta-cana derruba agora oito toneladas por dia”.

O trabalhador deve cortar a cana rente ao chão, encurvado. Usa roupas mal-ajambradas, quentes, que lhe cobrem o corpo, para que não seja lenhado pelas folhas da planta. O excesso de trabalho causa tontura, desmaio, cãibra, convulsão. A fim de aguentar dores e cansaço, esse trabalhador toma drogas e soluções de glicose. Tem aumentado o número de mortes por exaustão nos canaviais. O setor de cana produz hoje cerca de 3,5% do PIB. A indústria de São Paulo contrata cientistas e engenheiros para desenvolver máquinas e equipamentos mais eficientes para as usinas de álcool. As pesquisas, privadas e públicas, na área agrícola (cana, laranja, eucalipto etc.) desenvolvem a bioquímica e genética no País.

- Quantas toneladas de cana-de-açúcar são necessárias para produzir o etanol necessário para encher o tanque de um carro popular? Qual a massa de gás carbônico que obteremos após total queima desse combustível? Quanto o lavrador recebeu para cortar essa quantidade de cana-de-açúcar?

Uma das primeiras perguntas levantada pelos grupos foi quantos litros cabem dentro do tanque de combustível de um automóvel popular e o rendimento que uma tonelada da cana-de-açúcar gera para produzir o combustível. Com esse valor os alunos foram capazes de organizar as informações fornecidas e a maioria efetuou corretamente o cálculo proporcional a quantidade de toneladas de cana-de-açúcar necessárias para encher o tanque com esse combustível.

É interessante notar que esse problema gerou comentários entre os grupos, pois as respostas obtidas até o dado instante foram consideradas alarmantes pelos próprios alunos, como “Eu gasto noventa reais para encher o tanque do meu carro e o “cara” recebeu só um e vinte e cinco?” ou “Não sei o que é pior: álcool ou gasolina”.

Para o cálculo da massa de gás carbônico os grupos também solicitaram a equação química correspondente para fazer a análise estequiométrica. Em posse da equação química, o próximo passo foi calcular a massa molar do etanol presente na equação, converter o volume de 50 litros desse combustível em massa (a partir da densidade) e seguir as etapas de acordo com a metodologia fornecida previamente. Obedecendo a lei das proporções fixas e respeitando os dados que obedecem a uma ordem diretamente proporcional, os alunos desenvolveram a regra de três com os dados encontrados a fim de calcular o valor da incógnita.

A problemática do uso do álcool como combustível gera aspectos positivos para a atmosfera (principalmente quando comparamos a quantidade de gás carbônico formada pela combustão do etanol versus gasolina e a contribuição

deste derivado do petróleo na formação da chuva ácida), no entanto, o meio de extração e coleta da matéria-prima para sua obtenção pode gerar agravantes ambientais (uso de matéria orgânica como combustível e não como alimento) e aumentar a desigualdade social, da qual muitos consumidores não estão cientes.

Etapa 3 – SD

Ao contrário de uma aula tradicional, na qual o professor fornece um roteiro previamente elaborado e pede ao aluno que seja seguido etapa por etapa, primeiramente foi apresentado o comprimido antiácido para a turma e foi questionado à classe sobre a função desse medicamento e qual a sua composição química. A maioria dos alunos conheciam, naturalmente, o comprimido apresentado (Sonrisal) e sabiam que deve ser consumido para amenizar a acidez estomacal, contudo, nenhum aluno soube responder quais eram os componentes presentes no comprimido. Em seguida, foi apresentado o seguinte questionamento, a fim de nortear a atividade: é possível determinar experimentalmente a massa de bicarbonato de sódio presente nesse comprimido efervescente?

Os alunos se mostraram divididos em afirmar se era ou não possível saber a real massa do bicarbonato de sódio presente no comprimido. Com isso, foi explicada a possibilidade de calcular a real quantidade de bicarbonato de sódio a partir do cálculo estequiométrico, o que seria possível conhecendo a equação química correspondente envolvendo bicarbonato de sódio e ácido cítrico (também presente no medicamento):



De acordo com o experimento proposto por Cazzaro (1999), o primeiro passo foi medir a massa do comprimido efervescente com uma pequena balança digital: 4,00 gramas. Em seguida, medimos a massa do copinho descartável com água dentro, resultando em 19,7 gramas. Sendo assim, a massa total do sistema equivale a 23,7 gramas e nosso objetivo, como foi inúmeras vezes abordado com os alunos, consistiu em medir a massa final após a efervescência do comprimido. É sabido que, em contato com a água, o comprimido se dissolve e bolhas de gás se formam. Após pouco mais de 2 minutos decorridos, a massa final do sistema, de acordo com nossa balança, foi de 22,8 gramas, ou seja, gerando 0,9 gramas de diferença entre a massa final e a massa inicial.

A massa de bicarbonato de sódio contida em cada comprimido foi calculada por meio de uma regra de três, utilizando a diferença da massa entre o valor inicial e o valor final do sistema (diferença ocasionada pelo fato de o gás carbônico ter sido expelido para a atmosfera). Essa diferença resultante foi usada para conferirmos estequiometricamente o valor aproximado do bicarbonato de sódio contido no comprimido.

A massa de bicarbonato de sódio equivale a aproximadamente 1,7 gramas, contra 1,8 gramas mencionados na embalagem. Esse resultado gerou uma saudável discussão entre os alunos, pois esperava-se que os valores fossem exatamente os mesmos contidos na embalagem do medicamento. Algumas hipóteses foram construídas em conjunto com a sala como, por exemplo, o fato de haver bolhas de gás dentro do copo, o que pode evidenciar que a reação não havia sido concluída.

Em uma explanação teórica e expositiva foi explicado que a efervescência é causada pelo dióxido de carbono produzido na reação do bicarbonato de sódio com um ácido contido no comprimido, neste caso o ácido cítrico. Esse fenômeno acarreta na formação do dihidrogenocitrato de sódio, como mostra a equação acima (CAZZARO, 1999). Após essa discussão e algumas hipóteses, foi possível concluir que o valor encontrado nessa experiência é condizente com o valor informado pelo fabricante. Ao término da aula um relatório foi solicitado aos alunos para que organizassem tudo o que foi observado em sala para esta etapa. Percebe-se que o envolvimento com a atividade foi efetivo.

Etapa 4 – SD

A atividade contendo um exercício e um problema foi entregue para cada aluno resolver individualmente. A resolução do primeiro exercício não causou grandes dificuldades e os alunos conseguiram calcular a resposta correta sem dúvidas significativas. O exercício traz a obtenção e a aplicação da amônia, substância amplamente utilizada pela indústria e presente também na fabricação de alguns fármacos, e sua transformação química representada pela equação correspondente.

O problema proposto na atividade envolve uma das grandes problemáticas evidentes em nosso planeta no século 21: a poluição atmosférica gerada principalmente pelos gases produzidos da combustão de produtos de origem fóssil, como a gasolina e o óleo diesel, que contêm enxofre em sua mistura.

É importante salientar que alguns dos alunos não colocaram as unidades da massa molar (g/mol), possivelmente por atribuírem maior importância a dados numéricos e não à respectiva unidade correspondente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Utilizar uma sequência didática contextualizada com enfoque CTS mostrou ser uma proposta metodológica satisfatória para melhorar a compreensão dos conceitos relacionados aos cálculos químicos utilizando equações químicas e das interações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, em consonância com uma forma diferenciada de trabalho, a partir de uma abordagem vinculada com temas sociais, políticos e tecnológicos.

Os resultados positivos obtidos nesta pesquisa podem ser um ponto de partida para melhorar a formação desses educandos e contribuir para que as dificuldades que ainda apresentam sejam contornadas, fazendo com que sejam capazes de analisar e opinar sobre aspectos do seu dia a dia e dos temas tecnocientíficos que fazem parte da nossa realidade.

Em geral, os resultados foram relevantes quanto à análise das categorias estabelecidas, pois proporcionaram resultados muito importantes quando comparados ao conhecimento prévio dos estudantes, acarretando em valores satisfatoriamente adequados.

A pesquisa destaca a necessidade de revisão de conceitos, currículos e práticas tradicionais, tanto no ensino de Química, quanto na educação de jovens e adultos, para que se integrem de forma contextualizada e ofereçam novas possibilidades

de inserção do estudante no mundo científico, tecnológico e social de forma ciente e comprometida.

The effect of a didactic sequence of chemical calculations with STS in the context of Education for Youth and Adults

ABSTRACT

Chemical calculations are difficult for many students. Discuss these contents and their relationship with technology and society could contribute for an improvement in learning and in the citizen conduct of students. This study aimed at analyzing the influence of a didactic sequence (DS) of chemical calculations based on chemical equations in Science, Technology and Society (STS). The subjects were 42 students in the 'Education for Youth and Adults' (EYA). The instruments used were a pre-test and a post-test with contextual questions in STS perspective. The use of DS proved to be a satisfactory methodological approach to improve the understanding of chemical calculations and interactions between science, technology and society. The results should be a starting point to improve students training and contribute to overcome the difficulties they face, so that they would be able to give an opinion on the everyday aspects.

KEYWORDS: STS. Chemical Calculations. EYA.

REFERÊNCIAS

AMARO, A.; Póvoa A.; Macedo A. **A arte de Fazer questionários**. Disponível em: <http://www.unisc.br/portal/upload/com_arquivo/a_arte_de_fazer_questionario.pdf>. Acesso em: 08 jan.2014.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Portugal: Asa, 2010.

BINNATO, C. Formação reflexiva de professores de ciências e enfoque ciência, tecnologia e sociedade. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, 2015.

BROWN, L.S.; HOLME, T.A. **Química geral aplicada à engenharia**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

CABRAL S.A. **Ensino Aprendizagem sobre Natureza da Ciência e Tecnologia em Sistemas de Classificação Biológica, a partir de uma Sequência Didática com Jogo de Botões**. 2014. 91f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2014.

CARVALHO, A.M.P.; GIL-PÉREZ. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. 2009.

CAZZARO, F. Um experimento envolvendo estequiometria. **Revista Química Nova na Escola**, n.10, novembro, p. 53-54, 1999.

DRESSLER, A.; ROBAÍNA, J. V. L. **Ensino de Estequiometria através de Práticas Pedagógicas**. Porto Alegre, Anais 32ºEDEQ, 2012, p. 120-121, 2012

FIRME, R. Análise de uma sequência didática sobre pilhas e baterias: uma. In: **XIV Encontro Nacional de Ensino de Química**, Curitiba, 2008.

FREIRE, P. Educação de adultos: algumas reflexões. In: GADOTTI, M.; ROMAO, J.E. (Org.). **Educação de jovens e adultos: teoria, prática e proposta**. São Paulo: Cortez, 2011.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de Ciências. **Química Nova da Escola**, n.10, 1999.

MACHADO, A.; CRISTOVÃO, V. L. A construção de modelos didáticos de gêneros: aportes e questionamentos para o ensino de gêneros. **Linguagem em Discurso**, v. 6, n. 3, p. 547-573, 2010.

MANASSERO, M.A. El Proyecto Iberoamericano de Evaluación de Actitudes Relacionadas con la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (PIEARCTS): un estudio de investigación cooperativa. In: MACIEL, M.D.; AMARAL, C.L.C; GUAZZELLI, I.R.B. **Ciência Tecnologia & Sociedade**. São Paulo: Terracota, p. 13-41, 2010.

MOREIRA, R. **Química 2 - Cálculo Estequiométrico no ENEM**. 2011. Disponível em:
<http://www.prefreiserafico.com.br/imagens/arquivos/192406191011_Questoes_Estequiometria_ENEM_com_resolucao.pdf>. Acesso em: 08 ago. 2014.

PIO, J. M. **Visão de alunos do ensino médio sobre dificuldades na aprendizagem de Cálculo Estequiométrico**. Monografia (Graduação de Licenciatura em Química) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2006.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Concepções de professores sobre contextualização social do ensino de química e ciências. In: **22ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**, Poços de Caldas, Maio, 1999.

SEPINI, R. P. **Mudanças nas concepções de atitudes relacionadas com ciência, tecnologia e sociedade (CTS), identificadas a partir de uma atividade de ensino com emprego de sequência didática (SD) com enfoque na natureza da ciência e da tecnologia (NDC&T)**. 268 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências), Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2014.

SANTOS, W. L. P. Significado da educação científica com enfoque CTS. In: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultado de pesquisa**. Brasília: UNB, p. 21-48, 2011.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciência**, vol. 2, n. 2, dezembro, 2002.

SILVA, J. A metodologia de ensino utilizada pelos professores da EJA - 1º segmentos em algumas escolas da rede municipal de ensino. In: **Congresso Nacional de Educação**, Curitiba, 2011.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. L.; TUNES, E. **Ensino de Química em foco: Experimentar sem medo de errar**. Ijuí: Unijuí, 2010.

TRIVELATO, S. L. F. **Ciência/Tecnologia/Sociedade-Mudanças Curriculares e Formação de Professores**. São Paulo, FEUSP. 1993.

VÁZQUEZ-ALONSO, A.; MANASSERO-MAS, M. A. La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte1): una revisión de las aportaciones de la investigación didáctica. **Revista Eureka sobre Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 1, p. 2-31, 2012.

ZABALA, A. A. Avaliação. In: ZABALA, Antoni. **A Prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

Recebido: 03 nov. 2015.

Aprovado: 13 fev. 2016.

DOI: <http://dx.doi.org/10.3895/rts.v12n24.3296>

Como citar: FERREIRA, K. M.; VASCOCELOS, T. H. O efeito de uma sequência didática de cálculos químicos no contexto da EJA. **R. Technol. Soc.**, Curitiba, v. 12, n. 24, p. 1-26, jan./abr. 2016. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/3296>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Kauê de Melo Ferreira.

Rua São José do Campestre, 30, Jardim Danfer. São Paulo – SP, Brasil. CEP:03728-000.

Direito autorial: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

