

Artigo

Ensino de Química no PROEJA: Uma Proposta Integradora das Relações entre a Sala de Aula e um Fórum Virtual**Souza, N. S.;* Pires, C. K.; Linhares, M. P.***Rev. Virtual Quim.*, 2015, 7 (3), 992-1006. Data de publicação na Web: 10 de maio de 2015<http://www.uff.br/rvq>**Chemistry Teaching in PROEJA: An Integrative Proposal of the Relations between the Classroom and a Virtual Forum**

Abstract: This paper presents an investigation of the relationships established between the classroom and Virtual Learning Space (VLS) when it is introduced in the actions of teaching and learning of chemistry classes involving youth and adults. It was planned a didactic proposal for the articulation between face-to-face and VLS guided by special pedagogy of Paulo Freire and structured in pedagogical moments. From the proposal it was designed a didactic experiment that dealt with electrochemistry, focusing on spontaneous redox reactions of batteries. The evaluation of the didactic experiment was based on content analysis of students' speech over the proposed pedagogical moments and aimed to identify conceptual advances in the understanding of the students. As a result, it was found that all participants had conceptual advances and construction of knowledge after the didactic experiment.

Keywords: Virtual Forum; Problematizing Experimentation; Youth and Adult Education.

Resumo

O presente trabalho apresenta uma investigação das relações que se estabelecem entre a sala de aula e o Espaço Virtual de Aprendizagem (EVA) quando este é introduzido nas ações de ensino-aprendizagem de aulas de Química com um público de jovens e adultos. Foi planejada uma proposta didática de articulação entre os ambientes presencial e virtual de aprendizagem orientada pela pedagogia problematizadora de Paulo Freire e estruturada em momentos pedagógicos. A partir da proposta foi delineado um experimento didático que abordou a eletroquímica, com foco nas reações de oxirredução espontâneas de pilhas e baterias. A avaliação do experimento didático foi baseada em análise de conteúdo das falas dos estudantes ao longo dos momentos pedagógicos propostos e teve o objetivo de identificar avanços conceituais na compreensão dos alunos. Como resultado, verificou-se que todos os participantes demonstraram avanços conceituais e construção de conhecimento após o experimento didático.

Palavras-chave: Fórum Virtual; Experimentação Problematizadora; Educação de Jovens e Adultos.

* Universidade Federal do Rio de Janeiro, *Campus Macaé*, Av. do Aloízio, 50, Granja dos Cavaleiros, CEP 27930-560, Macaé-RJ.

✉ nilcimar@macae.uff.br

DOI: [10.5935/1984-6835.20150054](https://doi.org/10.5935/1984-6835.20150054)

Ensino de Química no PROEJA: Uma Proposta Integradora das Relações entre a Sala de Aula e um Fórum Virtual

Nilcimar S. Souza,^{a,b,*} Cherrine K. Pires,^a Marília P. Linhares^b

^a Universidade Federal do Rio de Janeiro, *Campus* Macaé, Av. do Aloízio, 50, Granja dos Cavaleiros, CEP 27930-560, Macaé-RJ.

^b Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Laboratório de Ciências Físicas, Av. Alberto Lamego, 2000, Horto, CEP 28013-600, Campos dos Goytacazes-RJ.

* nilcimar@macae.ufRJ.br

Recebido em 10 de maio de 2015. Aceito para publicação em 10 de maio de 2015

1. Introdução
2. Escopo teórico e metodológico da proposta didática
3. O Experimento didático: metodologia
4. Resultados
 - 4.1. Argumentações durante a etapa de problematização inicial
 - 4.2. Argumentações durante a etapa organização do conhecimento
 - 4.3. Argumentações durante a etapa de aplicação do conhecimento
5. Considerações finais

1. Introdução

O papel da escola como lugar onde se aprende e se ensina, já se tornou uma identidade reconhecida desde os discursos mais simples do senso comum até as mais notórias e elaboradas definições políticas, teóricas e filosóficas. No entanto, de acordo com Saviani,¹ quando se tenta estabelecer qual o saber a escola deve difundir, como e para quem, encerra-se o consenso, as mais variadas ideias “*surgem, cruzam-se, aproximam-se, opõem-se, avançam, recuam, saem de cena, reaparecem, ostentam-se, dissimulam-se...*”.¹ Estas divergências são ainda mais acentuadas quando a discussão se

dá no âmbito da Educação de Jovens e Adultos (EJA).

A EJA no Brasil, como modalidade nos níveis fundamental e médio, é marcada pela descontinuidade e por tênues políticas públicas, insuficientes quanto à demanda potencial e do cumprimento do direito, nos termos estabelecidos pela Constituição Federal de 1988.²

A Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios mostra que em 2003 cerca de 40% da população brasileira tinha até 3 anos de estudo e apenas 20% tinha o Ensino Médio concluído.³ Se considerarmos o censo IBGE, que forneceu dados relativos à frequência escolar, vemos que o número absoluto de

cidadãos de 15 anos ou mais (119,5 milhões de pessoas do total da população) sem conclusão do ensino fundamental era de 65,9 milhões de brasileiros.⁴ Ou seja, 55% da população com idade superior a 15 anos ainda não possuía o Ensino Fundamental concluído. Os dados revelam que encerramos o século XX com um quadro preocupante de analfabetos totais e funcionais e adultos com baixa escolaridade, que acabam por tornar a educação um dos maiores gargalos do desenvolvimento econômicos do país.

A partir do quadro apresentado e da demanda nacional pelo ensino técnico, em especial voltado para adultos que por diversos motivos tiveram de se afastar da escola nas idades regulares, é que se fazem necessárias políticas de inserção e integração desta população ao ambiente escolar. Frigotto e cols. nomeiam como “*política de inserção*” as ações imediatas, que não podem esperar, devido à dívida histórica do Estado brasileiro com a sociedade e como “*política de integração*” as que projetam para médio e longo prazo.⁵ É nesta perspectiva de integração que surge o Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos (PROEJA).

O PROEJA foi implantado, inicialmente, no âmbito da rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica através do Decreto nº 5.478/2005, posteriormente com o Decreto nº 5.840/2006 (atual instrumento legal regulador do PROEJA) foi ampliado às instituições públicas municipais e estaduais. Seu objetivo é resgatar e reinserir no sistema escolar jovens e adultos que ainda não possuem o ensino fundamental e aqueles que já o completaram, mas que não concluíram nem o ensino médio nem um curso que os habilite a uma profissão técnica de nível médio.

O presente estudo foi conduzido durante execução de um projeto de pesquisa, cuja uma das principais diretrizes era a articulação dos professores-pesquisadores de Química, Física e Biologia em prol da implementação de uma proposta de ensino voltada para promoção de um Ensino de Ciências

interdisciplinar.

A proposta de ensino interdisciplinar de Ciências – Química, Física e Biologia – direcionada para o PROEJA, adotou a metodologia de Aprendizagem Baseada em Casos (ABC) com apoio de veículo tecnológico, o Espaço Virtual de Aprendizagem (EVA).⁶ Estudo de Caso é uma estratégia de ensino desenvolvida com a intenção de colocar o aluno em contato direto com problemas reais da sua profissão futura e que possibilita a professores de diversas áreas do conhecimento se organizarem e cooperarem para a escrita de um texto único, interdisciplinar, que permite o planejamento de atividades específicas de cada disciplina.⁷ A principal ferramenta do EVA é aquela que organiza as atividades de Estudo de Caso, porém outras ferramentas complementam o estudo: funções de interatividade (*chat, fórum, e-mail* interno), *kit* pedagógico (biblioteca de materiais) e funcionalidades de gerenciamento do conteúdo por professores e administradores.

O grupo de alunos contemplados no projeto consistiu da primeira turma do curso técnico em Eletrônica, modalidade PROEJA, do *campus* Campos dos Goytacazes-Centro do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFF). O perfil dos alunos era bastante heterogêneo, as idades variavam de 18 a 50 anos, alguns tinham filhos e muitos trabalhavam e/ou residiam em cidades vizinhas.

Nas aulas de química, o aporte teórico estava direcionado para uma proposta didática de utilização do fórum do EVA integrado de forma problematizadora a ações experimentais de sala de aula. O recorte da pesquisa, sob a forma de relato de sala de aula para este trabalho, está em um experimento didático desenvolvido no fim do segundo semestre letivo da mencionada turma do IFF, quando apenas oito alunos frequentavam (inicialmente eram dezenove).

2. Escopo teórico e metodológico da proposta didática

Os fundamentos teóricos da proposta didática estão relacionados aos fóruns de discussão e as experimentações problematizadoras. Os fóruns de discussão on-line já se tornaram frequentes em diversos sítios da Internet que têm por objetivo promover o debate entre seus usuários acerca de temas diversos. Devido sua condução assíncrona e *on-line* eles vêm ganhando espaço, também, no contexto escolar. Segundo Chen e Chiu, “Os educadores estão usando cada vez mais fóruns de discussão assíncronos online para ensino e instrução, em parte porque esses fóruns incluem menos restrições de horário e espaço, quando comparado às tradicionais interações face-a-face ou outros tipos de interação à distância (TV, telefone, chat)”.⁸ Os fóruns propiciam mais oportunidades para os estudantes se prepararem, refletirem, pensarem e pesquisarem informações adicionais antes de participarem no debate.

As contribuições que um fórum pode levar ao processo de ensino-aprendizagem *on-line* foram aproveitadas no desenvolvimento e na incorporação à estrutura do EVA de uma ferramenta de fórum que se tornou um dos principais desdobramentos possíveis a partir de um Estudo de Caso.

A experimentação em sala de aula, por sua vez, leva ao processo educativo um conjunto de valiosas contribuições que ajudaram a formar um quase consenso quanto ao fato de a experimentação despertar forte interesse entre alunos em diversos níveis escolares. Fundamentalmente, a experimentação pode ser utilizada de duas formas: demonstrativa e investigativa.⁹ A condução do experimento de forma demonstrativa visa ilustrar uma teoria já estudada ou em estudo. Por sua vez, a abordagem investigativa busca proporcionar ao aluno situações problematizadoras, questionadoras e de diálogo que possam levá-lo a construir

conhecimentos sobre os conceitos em estudo.

O papel da experimentação problematizadora é de aproximar os estudantes de uma postura científica, pois “ao encaminhar a solução de determinada questão, vai deparando-se com uma série de outros problemas. Um problema aberto não tem uma solução única, demanda do cientista avaliações constantes de custo e benefício, de riscos e de escolha de caminhos alternativos”.¹⁰ Assim, a abordagem de resolução de problemas abertos, iniciados por um experimento, pode tornar-se uma importante ferramenta para o aluno e que os aproxima de todos os setores da atividade produtiva.

No que concerne à fundamentação metodológica da estrutura da proposta didática, seu ponto de partida está no modelo problematizador, crítico e questionador de pedagogia defendida por Paulo Freire.^{11,12}

Para Delizoicov, o desafio de construir uma proposta de ensino de Ciências, que se origine nas concepções pedagógicas de Paulo Freire, é possibilitar ao aluno a apropriação de conhecimentos que o auxilie na interpretação dos fenômenos da natureza bruta e da natureza transformada.¹³ No PROEJA, construir proposta com esta visão se torna ainda mais desafiador na medida em que são escassos os trabalhos nesta recente modalidade de ensino.

O objetivo de nossa proposta didática foi levar o EVA para o contexto da sala de aula de uma forma integrada e articulada e não dicotomizada. Para isso, utilizamos a abordagem problematizadora de Paulo Freire estruturada e organizada por Delizoicov.¹³ A estruturação do autor visa facilitar a aplicação das ideias de Paulo Freire em atividades diárias de sala de aula e é fundamentada em parâmetros epistemológicos e pedagógicos, consistindo em uma dinâmica didática composta de três etapas denominadas momentos pedagógicos: i) problematização inicial; ii) organização do

conhecimento; e iii) aplicação do conhecimento.

Problematização inicial: apresentam-se contextos e problemas reais que estejam relacionados ao cotidiano dos estudantes e que exijam para interpretá-los a introdução dos conhecimentos contidos nas teorias científicas. Organiza-se esta etapa de tal modo que os alunos sejam desafiados a expor o que pensam sobre o objeto de investigação.

Neste momento pedagógico direcionamos um experimento simples, com materiais alternativos àqueles tradicionalmente encontrados em laboratórios de Química, solicitando durante sua execução que os estudantes respondessem a uma ou mais perguntas que os desafiassem a explicar os fenômenos que ocorrem durante o experimento. A escrita do aluno é fundamental, pois através dela pode-se identificar sua compreensão acerca dos fenômenos observados no experimento.

Organização do conhecimento: os conceitos selecionados como necessários para a compreensão dos problemas lançados durante a problematização inicial são sistematicamente estudados neste momento, com a orientação do professor.

Em nossa proposta, partimos das falas dos estudantes no primeiro momento pedagógico e de observações de sala de aula para abrir um tema de estudo no fórum do EVA, de forma a aprofundar a discussão e colocar os alunos em confronto com suas próprias ideias, muitas vezes, incorretas e contraditórias. Esta é a etapa mais importante da proposta, pois demanda que o professor perceba nos textos dos estudantes, falas que possam estimular o aprofundamento crítico do tema. Aulas expositivas em sala de aula também podem ser combinadas, caso necessário, assim como listas de exercícios e textos de apoio que podem ser disponibilizados no *kit* pedagógico do EVA.

Aplicação do conhecimento: destina-se, sobretudo, a tratar o conhecimento que vem sendo construído pelos estudantes, de forma

que se consiga identificar os conceitos incorporados por eles ao longo do estudo através de novos problemas e situações compreensíveis e explicáveis pelos mesmos conceitos.

Nesta etapa, realizamos um novo experimento com diferenças em relação ao da problematização inicial, mas que contemplasse os mesmos conceitos e que fosse coerente com o conhecimento construído ao longo da discussão. Novamente é imperativa a necessidade dos estudantes registrarem de forma escrita suas interpretações dos fenômenos observados. Questionários e entrevistas também podem ser planejados para esta etapa.

3. O Experimento didático: metodologia

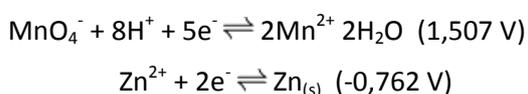
No fim do primeiro ano dos estudos de Química, todos os oito alunos da primeira turma do curso técnico do PROEJA em Eletrônica do IFF, participaram de um experimento didático planejado conforme a proposta didática apresentada, durante cinco semanas, com duas aulas de 45 minutos cada. O tema trabalhado foi a eletroquímica com foco nas pilhas e baterias. A opção pela eletroquímica se deu em virtude de seus conceitos não terem ênfase na grade do curso, nem mesmo nas disciplinas específicas, embora seja considerado fundamental na formação de técnicos em Eletrônica. O experimento didático foi inserido durante o trabalho interdisciplinar com um Estudo de Caso que abordava formas alternativas de produção e controle energético.

A problematização inicial se deu durante os 90 minutos de aula da primeira semana. Inicialmente, o professor levou uma pilha comum de zinco e manganês e a expôs aos alunos apresentando cada camada que constitui a pilha. Em seguida, realizou-se a uma reação semelhante a que ocorre na pilha comum. A reação foi entre zinco metálico e manganês VII presente em íons

permanganato dissolvidos em solução aquosa de ácido sulfúrico (1:1) comercial (solução de bateria). Foi utilizado 1g de permanganato de potássio (adquirido em farmácias) para cada 100 mL de solução. O professor mergulhou os eletrodos (chapa de zinco e bastão de grafite) na solução de forma que cerca de $\frac{3}{4}$ dos eletrodos ficassem submersos. À parte que ficou fora da solução foram conectadas as garras jacaré, que estavam ligadas a Diodos Emissores de Luz (LEDs – do inglês *Light-emitting Diodes*) de cores vermelha, verde, amarela e azul.

Nas pilhas comuns comerciais há redução do manganês IV para manganês II através de reação com o zinco metálico. A reação produz uma diferença de potencial na faixa de 1,55-1,74 V.¹⁴ No experimento citado, o professor fez uso do manganês VII, que também é reduzido a manganês II através de reação com zinco metálico. Esta reação tem diferença de potencial igual a 2,27 V.

Os LEDs são diodos semicondutores que, quando energizados de maneira apropriada, emitem luz visível em bandas espectrais bastante limitadas, caracterizando cores diferentes. Assim, é possível fazer relações entre a tensão fornecida pela célula eletroquímica e o funcionamento do LED. Quanto maior o comprimento de onda da luz emitida pelo LED menor é a tensão elétrica necessária para fazê-lo acender. Isto pode ser observado nos LEDs vermelhos que funcionam com 1,7 V, já os amarelos e os verdes requerem mais energia que os vermelhos. Os azuis, por sua vez, necessitam mais energia que todos os outros três, operando com cerca de 3 V. Assim, conclui-se que a diferença de potencial (ddp) teórica da reação ocorrida (igual a 2,27 V) é suficiente para acender com boa luminosidade o LED vermelho, com fraca luminosidade os LEDs verde e amarelo e insuficiente para acender o LED azul. As duas semi-reações envolvidas são:¹⁵



Considerando o menor potencial padrão da redução do zinco frente a do permanganato, temos a semi-reação de oxidação ocorrendo a partir da oxidação do zinco metálico ao zinco com carga 2+. Desta forma, a diferença de potencial entre as reações equivale a 2,27V.

Na aula em que foram conduzidas essas ações experimentais, o professor solicitou que todos descrevessem os fenômenos observados e os explicasse com seus conhecimentos. Como material de apoio, o professor utilizou o artigo publicado na revista Química Nova na Escola intitulado “Pilhas e Baterias: funcionamento e impacto ambiental”.¹⁶

Após a análise das falas dos estudantes na etapa de problematização inicial, o professor criou um tema de estudo no fórum do EVA, dando início a etapa de organização do conhecimento. O tema visou aprofundar a discussão acerca do funcionamento de uma pilha comum a partir da problematização das falas dos próprios estudantes. O fórum permaneceu ativo durante duas semanas e neste período houve aulas normalmente em sala de aula a fim de aprofundar a discussão acerca do tema.

Na aula seguinte à finalização do fórum foi realizada a etapa de aplicação do conhecimento durante os 90 minutos de aula. O professor buscou nesta etapa repetir a reação redox espontânea em laboratório, nos moldes do experimento da problematização inicial, porém com substâncias que elevassem a ddp do sistema fazendo com que o LED azul também acendesse. Para isso foi substituída a barra de zinco metálico por uma de magnésio metálico, disponível em lojas de produtos para piscina ou solda.

Nesta aula foi solicitado, também, que todos descrevessem os fenômenos observados e os explicassem com seus conhecimentos, dando ênfase ao porquê nestas condições o LED azul ter acendido.

Para avaliar se os alunos se apropriaram de novos conceitos e informações e se houve

mudança de concepções, os textos produzidos por cada aluno, nas três etapas do trabalho, foram submetidos a uma análise de conteúdo, considerando-se na análise referenciais apropriados ao tipo de análise.¹⁷ Bardin posiciona a análise de conteúdo oscilando entre dois polos: o desejo de rigor na classificação e categorização das falas e a necessidade de descobrir, de adivinhar, de ir além das aparências na interpretação das categorias.¹⁷

A análise de conteúdo utilizada é a do tipo temática e segue um processo que envolve três etapas: i) pré-análise; ii) exploração do material (codificação e categorização); e iii) tratamento dos resultados (inferência e interpretação).¹⁷ As etapas podem ser conduzidas de forma quantitativa (utilizada nos textos do primeiro e terceiro momentos pedagógicos) ou qualitativa (utilizada nos textos produzidos no fórum, segundo momento pedagógico).

4. Resultados

Os resultados obtidos ao longo do experimento didático, seguidos de suas análises, são abordados em três etapas ao longo desta seção, uma para cada momento pedagógico trabalhado. Para preservar as identidades dos oito estudantes participantes os chamaremos de A, E, F, L, M, N, O, S.

4.1. Argumentações durante a etapa de problematização inicial

Durante a problematização inicial, os alunos foram orientados a anotar os fenômenos e transformações observados e tentar explicá-los com seus conhecimentos, com o objetivo de permitir a verificação de suas explicações para as diferenças de luminosidade ocorridas durante o

experimento entre os LEDs, variando desde o acendimento pleno (LED vermelho) até o não acendimento (LED azul).

Como pré-análise, verificamos que os estudantes se preocuparam em relatar com certo detalhamento o procedimento de montagem do experimento. Também, apontaram o LED vermelho como o mais intenso em luminosidade, o verde e o amarelo como intermediários e o azul como o de menor luminosidade, nem acendendo. Contudo, as explicações para estas observações foram curtas e embasadas no senso comum.

Iniciamos a fase de exploração das falas pelos recortes das unidades de significação, que explicassem a razão dos diferentes níveis de intensidade luminosa dos LEDs. Recortamos 15 unidades que categorizamos em cinco categorias: i) O LED vermelho era positivo e os demais não; ii) A solução favoreceu o LED vermelho; iii) Cada LED possui uma tensão específica e iv) As substâncias utilizadas transmitem energia. As unidades recortadas de cada aluno e a relação entre elas e as categorias criadas são apresentadas na tabela 1.

Iniciamos destacando que não recortamos unidades do texto do aluno L, que se limitou a dizer que não entendeu porque o LED azul não acendeu e do aluno M, por este ter faltado a essa aula.

Após a categorização das unidades recortadas, iniciamos a fase de análise e interpretação de resultados proposta por Bardin.¹⁷ Percebemos primeiramente que as respostas de três alunos (A, E e S) são enquadradas em uma única categoria e de outros três (F, N e O) em duas categorias. Isto mostra que os estudantes utilizarem baixa variedade de argumentos para interpretar e explicar suas observações. Por exemplo, destacamos quatro unidades de significação nas falas do aluno E. Porém, todas as unidades são utilizadas para defender uma só hipótese.

Tabela 1. Categorização das respostas dos estudantes na problematização inicial

Unidade de Significação	Categoria
<ul style="list-style-type: none"> •“Ocorre pelo fato de ser positivo e outros negativos” (Aluna F) •“O vermelho ficou mais forte eu acho que a carga dele a função é positiva” (Aluna O) •“O led vermelho acendeu mais forte porque ele é um led positivo” (Aluna S) •“Outros leds de cores diferentes são neutros e o preto é negativo” (Aluna S) 	O LED vermelho era positivo e os demais não
<ul style="list-style-type: none"> •“A lâmpada vermelha acendeu com mais força porque tinha mais elétrons passando por ela (Aluno A) •“Se não for a potência, eu acho que é a solução” (Aluna N) •“A mistura que foi feita dá mais potência para o vermelho do que para os outros” (Aluna N) •“O azul nem acendeu, por ser muito forte a solução” (Aluna N) 	A solução favoreceu o LED vermelho
<ul style="list-style-type: none"> •“Acho que os leds de cor mais escura demoram acender” (Aluno E) •“Tem uns até que nem chegam a acender, porque esses precisam de uma força maior de energia” (Aluno E) •“Para cada led precisamos de uma tensão maior” (Aluno E) •“Uns acendem com pouca energia e outros não” (Aluno E) •“Para cada led existe uma voltagem necessária para que acenda com uma ótima visibilidade” (Aluna F) •“Os leds tem cores diferentes por causa do nível de potência, vamos supor que o azul tem uma potência muito baixa, menos que o verde e o amarelo” (Aluna N) 	Cada LED possui uma tensão específica
<ul style="list-style-type: none"> •“O ácido sulfúrico com o permanganato, zinco e grafite transmitem a energia” (Aluno O) 	As substâncias utilizadas transmitem energia

Três alunos utilizaram elementos para defender a hipótese de que o LED vermelho era positivo e os demais não. Acreditamos que a razão de tal explicação possa ser uma confusão com as definições de polo positivo e negativo, já que não há fundamentos científicos para esta afirmação.

Dois alunos propuseram que a solução utilizada favoreceu o LED vermelho. Esta fala, que pode ser considerada como de senso comum, reflete uma ideia espontânea, a de que se acendeu com maior intensidade, é porque havia mais eletricidade (proveniente da solução) passando por este LED. No

entanto, esta visão está equivocada, pois cada LED estava ligado aos seus próprios eletrodos, que por sua vez, estavam imersos na mesma solução, ou seja, todos estavam conectados ao mesmo ambiente de reação.

Três alunos defenderam que as diferenças de intensidade estavam relacionadas com diferenças de tensão elétrica necessária para que cada LED acenda. Esta é uma fala coerente, afinal cada LED necessita, de fato, de uma tensão específica para emitir luz num determinado comprimento de onda característico. Os LEDs são emissores de luz monocromática. Desta forma, cada um

necessitava de uma tensão elétrica específica. Em outras palavras, quanto maior o comprimento de onda, menor a tensão elétrica necessária para fazer o LED acender plenamente. Assim, os comprimentos de onda na faixa do visível, mais próximos do infravermelho, precisam de menor tensão elétrica, já os mais próximos do comprimento de onda do ultravioleta precisam de maior tensão elétrica. Por esta razão, o vermelho requer uma tensão menor para acender e o azul maior. É possível que seus conhecimentos das disciplinas técnicas tenham contribuído para sugerirem estas respostas.

Por fim, extraímos do texto da aluna O a unidade de significação *“o ácido sulfúrico com o permanganato, zinco e grafite transmitem a energia que faz a pilha”*, que categorizamos como *“as substâncias utilizadas transmitem energia”*. Consideramos importante a aluna ter citado, mesmo que de forma inicial, as substâncias químicas como origem da produção de energia elétrica nas pilhas.

4.2. Argumentações durante a etapa organização do conhecimento

A partir das falas dos estudantes na problematização inicial verificamos que foram raras as citações de substâncias químicas, reações químicas e soluções (alguns dos conteúdos associados ao problema). Assim, modelamos a questão inicial de abertura do tema de fórum, que caracterizou o segundo momento pedagógico, organização do conhecimento, de maneira a investigar *“de onde vem a energia elétrica das pilhas?”*. Esta pergunta serviu de título para a mensagem inicial do fórum. A mensagem lançou o problema relacionado à energia elétrica das pilhas, se estava armazenada ou era produzida. Optamos por discutir este assunto antes de discutirmos o porquê das diferenças de luminosidade entre os LEDs. O texto da mensagem inicial, enviada pelo professor, é apresentado no quadro 1.

Quadro 1. Mensagem inicial do fórum enviada pelo professor

De onde vem a energia elétrica das pilhas?

No dia-a-dia muitos são os aparelhos que funcionam através de pilhas, por exemplo, relógios, controle remotos, carrinhos etc. Mas como a pilha fornece esta energia? Muitos acreditam que a energia elétrica está armazenada em seu interior. No nosso experimento, em que simulamos uma pilha fazendo acender LEDs e funcionar um relógio, onde estava armazenada a energia elétrica? Dentro do pote com a solução? Será que a energia elétrica é mesmo armazenada na pilha?

O fórum permaneceu ativo durante três semanas letivas, período no qual houve aulas normalmente em sala e em laboratório, a fim de aprofundar a discussão acerca do tema. No total, 23 mensagens foram produzidas ao longo da discussão com a contribuição de todos os estudantes.

Um fórum pode ser visto como um texto coletivo, pois o objetivo é que todos os participantes se apropriem dos significados em uma construção coletiva, discutida e

cooperativa.¹⁸ Por esta razão trabalhamos com uma análise de conteúdo qualitativa, não buscávamos com o fórum gerar categorias para identificar como cada aluno contribuiu, mas sim identificar como foi sendo construído o conhecimento de forma coletiva.

Após pré-análise dos textos, iniciamos a etapa de tratamento dos dados. Em virtude da abordagem qualitativa, consideramos as mensagens inteiras como unidades de

significação. A etapa de interpretação e inferência foi realizada diretamente sobre as unidades recortadas.

Para análise utilizamos 10 das 23 mensagens. Estas mensagens (SIC), que

permitiram identificar a construção coletiva de conhecimento ocorrida no fórum, são apresentadas no quadro 2, no original, sem correções de grafia e concordância.

Quadro 2. Parte das mensagens produzidas durante discussão no fórum sobre a produção de corrente elétrica nas pilhas

4ª mensagem Aluna O	“A energia vem das substâncias químicas que produz a energia, não é armazenada porque se fosse ela não parava de funcionar.”
8ª mensagem Aluno E	“Não concordo com a (Aluno O), a energia é sim armazenada e com o passar do tempo de uso ela acaba se evaporando, ou seja, zera a carga.”
10ª mensagem Aluno S	“Eu acredito que a energia da pilha é armazenada, pois quando a gente adquire uma pilha ela vai funcionar em um objeto, ou seja, se a gente colocar uma pilha nova em um brinquedo com certeza este brinquedo ira funcionar; isto significa que a energia estava armazenada na pilha, pois se não estive este brinquedo não funcionaria.”
12ª mensagem Aluna F	“Não é que a energia seja armazenada, mas sim sua energia vem das substâncias como o permanganato de potássio e acido sulfúrico que juntos geram a energia, e essa energia ela é passada pelo zinco e o grafite que simulam uma corrente elétrica.”
15ª mensagem Aluno A	“Depois da aula do professor ficou bem claro que a eletricidade ocorre através da reação do Zinco com o Manganês, o Grafite só está ali para reconhecer a corrente, pois o Manganês está em forma liquida e por isso não tem como fazer a conexão com o eletrodo.”
16ª mensagem Prof. de Química	“Já que durante a aula criou-se um consenso de que a energia elétrica não é armazenada, mas sim produzida através de reações químicas, avançaremos a outra pergunta: Por que o LED vermelho acendeu com maior intensidade em relação aos demais e principalmente em relação ao azul que nem acendeu? Sobre o mesmo assunto, por que a energia foi suficiente para acender alguns leds e ligar o relógio, mas não fez acender o LED azul?”
19ª mensagem Aluna S	“O led vermelho acendeu com mais intensidade porque a DDP dele é bem menor que os outros leds, o valor da DDP do led vermelho é de 1,6v, já o led verde e amarelo que acendeu bem fraco é de 2,0v a 2,4v e o led azul é mais que 2,7v. Lembrando-se da aula de eletricidade que quando maior é a tensão menor é a corrente (vice e versa); observando o valor dos leds verde, amarelo e azul que a DDP é bem maior do que a do led vermelho; foi por isso que o led vermelho brilhou com mais intensidade.”
20ª mensagem Aluno A	“O led azul não acendeu porque sua voltagem exige muito mais energia.”
21ª mensagem Aluna N	“A ddp do led vermelho é menor é de 1,6V por isso que acendeu, dos leds verde 2,0V e amarelo 2,4V é maior por isso que acendeu fraco , a solução foi fraca , já para o led azul 2,7V precisava de uma solução bem mais forte para acender e a solução que estava na sala era melhor para o led vermelho.”
23ª mensagem Aluna F	“Como já sabemos a energia não fica armazenada na pilha, são trocas entre átomos que um doa e o outro recebe, ocorrendo uma corrente elétrica formando uma energia.”

Na mensagem número 4, a aluna O propõe uma solução que indica que a energia elétrica é produzida por substâncias químicas. Além disso, ela questiona a visão de que a energia elétrica está armazenada. No entanto, sua hipótese foi logo desconsiderada na continuidade do texto coletivo pelo aluno E, na mensagem 8, e pela aluna S, na mensagem 10, que propõem uma solução alternativa. Ambos os alunos trazem informações do cotidiano para reforçarem e defenderem suas hipóteses, de que a energia elétrica está armazenada.

Um dos objetivos do fórum do EVA é, também, dar o protagonismo da ação aos alunos, que podem apresentar suas ideias e, com orientação, defendê-las com base em elementos cientificamente aceitos. Daí surge a necessidade de pesquisarem e buscarem novos conhecimentos para embasarem suas explicações.

Na mensagem 12, a aluna F retoma a visão de que há uma corrente elétrica produzida por reação química. Apesar de iniciar sua fala de maneira tímida, aponta uma “*simulação*” de corrente elétrica a partir da “*junção*” das substâncias utilizadas no experimento.

As aulas que ocorreram em sala, em paralelo ao trabalho com o fórum, contribuíam para fomentar a discussão. Isto é refletido na mensagem 15, em que o aluno A utiliza as informações da sala para enviar uma mensagem detalhando como ocorreu a reação e qual a função de cada objeto e reagente no processo. Mesmo se equivocando ao dizer que o manganês estava na forma líquida em vez de dizer que estava em solução, consideramos ter sido uma boa mensagem, que retratou a discussão ocorrida em sala de aula e representa uma proposta de solução fundamentada.

Diante do consenso formado de que a energia elétrica não está armazenada nas pilhas, mas era transformada a partir das reações, o professor deu início a uma nova discussão, na qual buscou abordar os conteúdos relacionados ao experimento da problematização inicial, ou seja, investigar o

porquê do LED azul não ter acendido e dos LEDs amarelo e verde terem acendido com menor intensidade. Para isso, outro problema foi proposto por meio da mensagem de número 16. Nela, encerrou a discussão anterior e retornou à discussão do momento pedagógico de problematização inicial.

Já na mensagem número 19 a aluna S, a partir de pesquisa de informações a respeito da tensão elétrica de cada LED, leva dados para fundamentar sua hipótese de que cada LED necessita de uma tensão elétrica específica. Percebemos, com isso, sua necessidade de pesquisar, buscar novos elementos para a resolução do problema proposto. Notamos, também, o relacionamento com conhecimentos das disciplinas específicas do curso de Eletrônica, quando ela se utiliza de conhecimentos das aulas de eletricidade para apresentar as relações entre tensão elétrica e corrente elétrica. Há, portanto, abandono à ideia original de LED positivo e negativo e se aprofunda em uma integração mais efetiva entre as disciplinas, não apenas entre a Química, a Física e a Biologia, mas, também, entre as disciplinas da área técnica, específica.

A mensagem seguinte, de número 20, enviada pelo aluno A, reforça a hipótese da aluna S de que cada LED precisava de uma tensão elétrica específica para acender. A mensagem 21, enviada pela aluna N, apresenta os mesmos valores de tensão elétrica dos LEDs já apresentados pela aluna S. Porém, percebemos não ser uma cópia dos dados apresentados, assim esta aluna finaliza sua participação no fórum com uma postura contrária a apresentada por ele na problematização inicial, quando disse que o LED vermelho acendia com maior luminosidade por ser favorecido pela solução.

Finalizando, a aluna F, de forma generalizada, relata na mensagem 23 ser do entendimento de todos os alunos como ocorreu a produção de corrente elétrica, através de um processo químico no qual um átomo doa elétrons para outro receber:

princípio das reações eletroquímicas. Neste momento o fórum foi encerrado e demos prosseguimento ao experimento didático com o início do terceiro momento pedagógico, a aplicação do conhecimento.

4.3. Argumentações durante a etapa de aplicação do conhecimento

No momento pedagógico denominado aplicação do conhecimento, o professor realizou uma reação eletroquímica que fez acender o LED azul. Conforme apresentamos, a reação entre o manganês presente em íons permanganato e magnésio metálico, cuja corrente elétrica teórica produzida é de 3,87V,¹⁸ é suficiente para acender plenamente todos os LEDs utilizados. Durante a aula foi novamente pedido para que todos anotassem as observações e explicassem os motivos das diferenças observadas em relação ao experimento da problematização inicial. Enquanto os alunos faziam suas anotações, o professor escreveu no quadro as duas semi-reações envolvidas, mas não as mencionou ou orientou os alunos a utilizá-las nas respostas.

Buscamos nas respostas identificar justificativas para o LED azul ter acendido desta vez e, assim, podermos confrontar com as respostas dadas na problematização inicial. Realizamos nos textos produzidos pelos alunos uma pré-análise que nos revelou que, de forma geral, todos destacaram a troca do zinco pelo magnésio e a partir desta observação apresentaram algumas conclusões. A quantidade de textos embasados em senso comum foi reduzida significativamente. O aluno E não compareceu à esta aula.

Na sequência da análise, iniciamos a fase de exploração do material, na qual

recortamos as unidades de significação que expressassem alguma explicação para o fato do LED azul ter acendido desta vez. Recortamos 16 unidades de significação que geraram quatro categorias: i) O magnésio reage melhor que o zinco; ii) A tensão elétrica do magnésio é maior; iii) A tensão elétrica aumentou com o magnésio e iv) Cada LED precisa de uma tensão elétrica específica para acender. Na definição das categorias utilizamos sempre o termo “tensão elétrica”, mesmo para quando os alunos utilizaram o termo popular “voltagem”. As unidades recortadas de cada aluno e a relação entre elas e as categorias criadas são apresentadas na tabela 2.

Iniciamos a fase de análise e interpretação das categorias e das unidades recortadas destacando que as quatro categorias criadas estão, em maior ou menor grau, corretas como explicações científicas para as transformações ocorridas.

A reação eletroquímica entre magnésio e manganês é bastante vigorosa, liberando gás e calor. Esta pode ter sido a razão de três alunos terem indicado que o magnésio reage melhor que o zinco. De fato, a oxidação de metais alcalinos terrosos com agente oxidantes gera uma corrente elétrica superior à obtida quando se utilizam metais de transição.

A categoria “A tensão elétrica do magnésio é maior” apareceu nas falas de quatro dos sete alunos participantes do experimento final. Este argumento está equivocado em afirmar que a tensão do magnésio é maior, a tensão da reação que é maior. O magnésio apenas possui o potencial padrão de oxidação maior que o zinco. Podemos inferir que este argumento reflete algum entendimento, mas falha na utilização da linguagem científica correta.

Tabela 2. Categorização das respostas dos estudantes na aplicação do conhecimento

Unidade de Significação	Categoria
<ul style="list-style-type: none"> •O led acendeu porque havia mais energia envolvida (Aluno A) •O material usado “magnésio” é melhor para reagir do que o zinco (Aluno L) •O magnésio apresentou excelente corrente com o manganês (Aluno L) •Na outra aula ele usou o zinco, por isso que a reação foi menor que na aula de hoje (Aluna S) •Então o magnésio reage melhor que o zinco (Aluna S) 	O magnésio reage melhor que o zinco
<ul style="list-style-type: none"> •O magnésio é maior que o zinco (Aluna F) •Eu acho que a tensão do magnésio é maior que a do zinco (Aluna N) •A voltagem do magnésio é maior (Aluna O) •Por isso que todos os leds acenderam, a voltagem do magnésio é maior que o zinco (Aluna S) 	A tensão elétrica do magnésio é maior
<ul style="list-style-type: none"> •O magnésio reage melhor que o zinco (Aluno A) •No experimento anterior usamos o zinco e alguns leds não acenderam pela baixa voltagem (Aluna F) •Com o magnésio a voltagem foi maior e todos os leds acenderam (Aluna F) •Com esta nova troca do zinco pelo magnésio a voltagem aumentou assim aumentando a força da luz (Aluno M) •Os leds de hoje acenderam melhor que os da aula passada, a tensão da outra aula estava baixa (Aluna N) 	A tensão elétrica aumentou com o magnésio
<ul style="list-style-type: none"> •Para cada led há uma voltagem adequada (Aluna F) •É o mesmo caso do led azul por causa do aumento da voltagem (Aluno M) 	Cada LED precisa de uma tensão elétrica específica para acender

A categoria “A tensão elétrica aumentou com o magnésio” apresentou certo refinamento em relação à anterior. Sabemos que não é possível afirmar que o magnésio tem uma tensão maior que o zinco. A tensão não pode ser dada em valores absolutos para uma semirreação, ela só é mensurada quando há reação e, conseqüentemente, uma diferença de potencial. Assim, essa categoria se mostra mais coerente que a anterior, pois indica que a tensão da reação aumentou com a presença do magnésio. Quatro alunos produziram falas que corresponderam a esta categoria, sendo que dois (F e N), também, tiveram falas relacionadas à categoria anterior, o que demonstra certa evolução conceitual.

Por último, os alunos F e M lembraram que cada LED precisa de uma quantidade específica de energia para acender, desta forma, esta também foi considerada uma forma de explicar o fato de o LED azul ter acendido desta vez. Isto revela como conhecimentos gerados no laboratório e no EVA ao longo do experimento didático podem ser apropriados e incorporados às suas falas.

5. Considerações finais

Neste trabalho, exercemos o que Paulo Freire denomina de elaborar as ações didático-pedagógicas “com os alunos e não

para os alunos".¹¹ Após analisar as falas geradas pelos estudantes ao longo do experimento didático ficou clara a evolução da compreensão do tema. Inicialmente, na problematização inicial, partiram com interpretações carregadas de senso comum provenientes de suas concepções espontâneas. Em seguida, durante a discussão no fórum, cada aluno pode pesquisar, argumentar, defender ideias, mudar de opinião e, principalmente, respeitar seu ritmo de aprendizagem. Por fim, demonstraram maior compreensão dos conceitos trabalhados, além de apresentarem falas mais próximas do rigor científico.

A permanente abertura dada à manutenção do diálogo na sala de aula e no EVA foi fundamental para concretizar nossa opção de dar voz e protagonismo ao aluno. *"É importante reconhecer que o diálogo não se refere só ao que é necessário que aconteça entre alunos e professores, é, sobretudo, um diálogo entre conhecimentos cujos portadores são cada um dos sujeitos, o educando e o educador"*.¹³

Com as análises foi possível observar também como cada aluno interagiu nos ambientes virtual e presencial de aprendizagem. Quase sempre demonstraram mais interesse por um ambiente que pelo outro. Isto reforça a importância de no Ensino de Ciência, especialmente o voltado ao público de jovens e adultos, proporcionarmos diversos momentos pedagógicos passíveis de aquisição e construção de conhecimento.

A inserção de conceitos relacionados à eletroquímica permitiu, conforme observado em alguns textos dos alunos, estabelecer vínculos entre o ensino das disciplinas ditas básicas com as disciplinas ditas técnicas. Esta é uma necessidade no PROEJA, que nasceu sob a égide da integração da educação básica com a educação profissional.

Um fator negativo na proposta, que precisa ser superado em posteriores aplicações é a formulação do problema da experimentação realizado no momento

pedagógico de problematização inicial. Devem ser abertos a vários questionamentos. Percebemos que em razão da concentração da problemática em entender como os alunos compreendiam o fato do LED azul não ter acendido, alguns alunos se limitaram a responder esta questão unicamente, não aprofundando em outros conceitos químicos relacionados. Isto ficou mais evidente após percebermos que os alunos dificilmente inferiram mais de uma resposta para o problema naquele momento pedagógico.

Entretanto, como reflexão geral da proposta, podemos afirmar que é importante que atividades didáticas, que incentivem a interação entre os participantes e motivem a busca por novos conhecimentos, como a que foi realizada com o apoio de experimentos problematizadores e das tecnologias de informação e comunicação, façam parte do cotidiano das salas de aula, pois proporcionam aos estudantes a construção de uma visão de mundo mais articulada e menos fragmentada.

Referências Bibliográficas

¹ Saviani, N. *Saber escolar, currículo e didática: problemas de unidade conteúdo/método no processo pedagógico*, 4^a ed., Autores Associados: Campinas, 1994.

² Moura, D. H. Em *EJA: formação técnica integrada ao ensino médio*; Ministério da Educação, eds.; Secretaria de Educação a Distância: Brasília, 2006.

³ BRASIL – Pesquisa Nacional Por Amostra de Domicílios. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2003/default.shtm>>. Acesso em: 30 de março de 2014.

⁴ BRASIL – Censo Demográfico 2000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/default.shtm>>. Acesso em: 30 de março de 2014.

⁵ Frigotto, G.; Ciavatta, M.; Ramos, M.; Em *Ensino médio integrado: concepção e*

contradições; Frigotto, G.; Ciavatta, M.; Ramos, M. N. eds.; Cortez: São Paulo, 2005.

⁶ Reis, E. M. *Tese de Doutorado*, Universidade Estadual do Norte Fluminense, 2008. [[Link](#)]

⁷ Sá, L. P.; Queiroz, S. L. *Estudo de Casos no Ensino de Química*, 1^a ed., Átomo: Campinas, 2009.

⁸ Chen, G.; Chiu, M. M.; Online discussion processes: Effects of earlier messages' evaluations, knowledge content, social cues and personal information on later messages. *Computers & Education* **2008**, *50*, 678. [[CrossRef](#)]

⁹ Carvalho, A. M. P. Em *Termodinâmica: um ensino por investigação*; Carvalho, A. M. P. eds.; FE/USP: São Paulo, 1999.

¹⁰ Mortimer, E. F.; Machado, A. H.; Romanelli, L. I. A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. *Química Nova* **2000**, *23*, 273. [[CrossRef](#)]

¹¹ Freire P. *Pedagogia del Oprimido*, 2^a ed., Tierra Nueva: Montevidéo, 1971.

¹² Freire P. *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa*, 13^a ed. Paz e Terra: São Paulo, 1999.

¹³ Delizoicov, D. La educación em Ciencias y la Perspectiva de Paulo Freire. *Revista de Educação em Ciência e Tecnologia* **2008**, *1*, 37. [[Link](#)]

¹⁴ Matsubara, E. Y.; Néri, C. R.; Rosolen, J. M. Pilhas Alcalinas: um Dispositivo Útil para o Ensino de Química. *Química Nova* **2007**, *30*, 1020. [[CrossRef](#)]

¹⁵ Harris, D. C. *Análise Química Quantitativa*, 3^a ed., LTC: Rio de Janeiro, 2008.

¹⁶ Bocchi, N.; Ferracin, L.C.; Biaggio, S.R. Pilhas e Baterias: funcionamento e impacto ambiental. *Química Nova na Escola* **2000**, *11*, 3. [[Link](#)]

¹⁷ Bardin, L. *Análise de Conteúdo*, 5^a ed., Edições 70: Lisboa, 2009.

¹⁸ Gerosa, M.A. Pimentel, M.G. Fuks, H. Lucena, C.J.P. *Resumos do XIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, Rio de Janeiro, Brasil, 2003.