

PERCEÇÃO AMBIENTAL DA EDUCAÇÃO BÁSICA DAS ÁGUAS PRÓXIMAS A ATIVIDADES MINERADORAS EM CAÇAPAVA DO SUL/RS

ENVIRONMENTAL PERCEPTION OF BASIC EDUCATION OF THE WATERS SURROUNDING MINING ACTIVITIES IN CAÇAPAVA DO SUL/RS

Anelise Marlene Schmidt¹ André Luís Silva da Silva² Mara Elisângela Jappe Goi³

RESUMO

O presente trabalho apresenta e discute resultados de um Projeto de Extensão, vinculado ao programa “Novos Talentos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior” (CAPES), desenvolvido na Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), no campus de Caçapava do Sul/RS. Objetivou-se incentivar alunos e professores da Rede Básica de Ensino daquele município no que se refere à investigação científica de impacto ambiental em seus recursos hídricos. Para tanto, foram realizados encontros mensais com atividades teóricas e experimentais, desenvolvidas no laboratório de Química da Universidade e em atividades de campo, nos arroios do município e na região das Minas do Camaquã. A fundamentação teórica baseou-se no uso de tecnologias educacionais, caracterizando-se como possíveis estratégias de favorecimento aos processos de ensino e aprendizagem na área de Ciências. A metodologia adotada foi uma investigação qualitativa tendo como foco as considerações de professores e alunos sobre o tema. As análises obtidas possibilitaram verificar que as atividades realizadas mostraram-se efetivas na aquisição de significados científicos, particularmente com relação à disciplina de Química, corroborando com a Política Institucional de Extensão da Universidade.

Palavras-chave: Percepção ambiental. Educação básica. Atividades mineradoras.

¹ Professora Doutora – Universidade Federal do Pampa, campus Caçapava do Sul, Av. Pedro Anunciação, 111 – Vila Batista – CEP 96570000 – Caçapava do Sul – RS – Brasil. E-mail: aneliseschmidt@gmail.com. ² Professor Doutor – Universidade Federal do Pampa, campus Caçapava do Sul, Av. Pedro Anunciação, 111 – Vila Batista – CEP 96570000 – Caçapava do Sul – RS – Brasil. E-mail: alss.quimica@gmail.com. ³ Professora Doutora – Universidade Federal do Pampa, campus Caçapava do Sul, Av. Pedro Anunciação, 111 – Vila Batista – CEP 96570000 – Caçapava do Sul – RS – Brasil. E-mail: maragoi28@gmail.com.

ABSTRACT

This paper presents and discusses the results of an Extension Project, linked to the New Talents Program of the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), developed at the Federal University of Pampa (UNIPAMPA), at the campus of Caçapava do Sul/RS. Its main objective was the encouragement of students and teachers of the Basic Education of that municipality in what refers to the scientific investigation of environmental impact on their water resources. Monthly meetings were held with theoretical and experimental activities, carried out in the Chemistry laboratory of the University and in field activities, in streams of this municipality and in the region of the Minas do Camaqua. Based on theoretical contributions in Scientific Literacy and experimentation, under the scope of educational technologies characterizing as strategies of favoring the processes of teaching and learning in Sciences, from the considerations of teachers and students analyzed, it was verified that the activities have shown to be effective in acquiring scientific meanings, particularly in relation to the Chemistry, which is in line with the institutional extension policy of UNIPAMPA.

Key-words: Environmental perception. Basic education. Mining activities.

INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta resultados do “Projeto de Extensão Avaliação Ambiental das Águas Próximas a Atividades Mineradoras em Caçapava do Sul/RS”, vinculado ao programa “Novos Talentos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)”, desenvolvido pela Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), campus Caçapava do Sul/RS. O referido projeto tem como objetivo principal incentivar alunos de Ensino Médio à investigação científica de impacto ambiental em recursos hídricos. Para tanto, foi adotado como metodologia teórica e experimental, o uso do laboratório de Química da referida Universidade, e como atividades de campo, em visitas exploratórias a arroios da região e às Minas do Camaquã. Como problema de pesquisa buscou-se responder a seguinte questão: como os alunos e professores da Educação Básica desenvolvem conhecimentos teóricos e práticos a partir da análise de águas

próximas as mineradoras de Caçapava do Sul/RS? O público alvo foram alunos de duas escolas estaduais do município de Caçapava do Sul/RS e seus respectivos professores, com o objetivo de buscar o desenvolvimento de conhecimentos teóricos e habilidades procedimentais, com análises físico-químicas de amostras de água. A região de Caçapava do Sul/RS conta com várias empresas mineradoras de calcário e antigas minas de exploração de cobre, que podem gerar impactos ao meio ambiente. O carbonato de cálcio e magnésio, comercialmente conhecido como calcário dolomítico, é um mineral de importância econômica na região. No entanto, não pode ser extraído sem causar impactos ao meio ambiente, tais como formação de sedimentos nos corpos d'água, contaminação de águas superficiais, rebaixamento do lençol freático, etc. (IBRAM, 1992). Outrora, as Minas do Camaquã eram pertencentes a uma região de exploração e extração de minérios de cobre, gerando muitos resíduos sólidos e líquidos, com potencial poluidor aos solos e recursos hídricos (LAYBAUER, 1998).

Com relação aos objetivos gerais e aspectos metodológicos deste projeto, realizaram-se avaliações físico-químicas da água no entorno das mineradoras da região de Caçapava do Sul/RS. Para tanto, foram utilizadas saídas de campo mensais nos arroios, no entorno de mineradoras de calcário, com foco na avaliação dos recursos hídricos nas Minas do Camaquã, medindo-se o pH e a condutividade elétrica de amostras de águas, utilizando-se aparelhos de bancada e kits apropriados. As análises de dureza e alcalinidade das amostras foram realizadas através de volumetria, e análises ambientais de cloretos, ferro e oxigênio dissolvido, em laboratório e em campo.

A verificação dos resultados obtidos das análises de água foi realizada comparando-se os valores obtidos com os limites estabelecidos pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM).

Com a perspectiva pedagógica, foi elaborado um banco de dados, com fotos e vídeos, a partir dos relatos das atividades teóricas e em campo; seminários à comunidade acadêmica de divulgação das atividades desenvolvidas e dos resultados obtidos na execução deste projeto, e; montagem pelos alunos do Ensino Médio de materiais experimentais alternativos, para análises de águas em campo.

É importante ressaltar as políticas de extensão da UNIPAMPA, seção que se destina à apresentação de um panorama referente às perspectivas de consonân-

cia, entre ações desenvolvidas neste projeto e as referidas diretrizes institucionais. Segue-se por uma discussão teórica em Tecnologias Educacionais (TE), destacando-se a Alfabetização Científica (AC), na qual se defende uma apresentação em Ciências, de dimensão utilitária como condição fundante à sua compreensão significativa; e a experimentação, seção destinada a contextualizar as atividades laboratoriais no cenário descrito, no qual se desenvolvem as ações deste projeto. Em seguida, apresentam-se seus aspectos metodológicos e uma discussão dos resultados obtidos.

REFERENCIAL TEÓRICO

Extensão universitária

As políticas de extensão da UNIPAMPA apresentam como pressuposto o Plano Nacional de Educação, quando este “[...] estabelece que a extensão universitária é um processo educativo, cultural e científico, que articula o ensino e a pesquisa de forma indissociável e viabiliza a relação transformadora entre a universidade e a sociedade” (UNIPAMPA, 2013, p. 22). Assim, em atividades de extensão, busca-se adquirir a articulação entre os conhecimentos produzidos no meio acadêmico e aqueles oriundos dos contextos sociais, sob uma transversalidade, que seja capaz de enriquecer a ambos. Essa relação dialógica, quando tomada nesse viés, pode ser capaz de re(significar) práticas acadêmicas, ao inseri-las em um contexto particular, social e cultural. Desse modo, a prática da extensão, além de revitalizar as práticas de ensino, contribuindo para a formação do profissional egresso e para a renovação do trabalho docente, é capaz de gerar novas pesquisas, pois aproxima novos objetos de estudo, por uma prática de interdisciplinaridade, garantindo a tríade Ensino, Pesquisa e Extensão.

No Plano de Desenvolvimento Institucional (UNIPAMPA, 2013, p. 23), verificam-se os elementos fundantes que pautam sua concepção com relação às políticas de extensão, a partir de uma formação acadêmica defendida sob associabilidade, para com o contexto social de seus sujeitos.

- Valorização da extensão como prática acadêmica;
- Impacto e transformação: a UNIPAMPA nasce comprometida com a transformação da metade sul do Rio Grande do Sul. Essa diretriz orienta que cada ação da extensão da

Universidade se proponha a observar a complexidade e a diversidade da realidade dessa região, de forma a contribuir efetivamente para o desenvolvimento e a mitigação dos problemas sociais da região;

- Apoio a programas de extensão interinstitucionais sob forma de consórcios, redes ou parcerias, bem como apoio a atividades voltadas para o intercâmbio nacional e internacional.

Verifica-se que o caráter dinâmico e significativo, firmado na vivência que se proporciona ao estudante, por meio de ações pautadas na extensão, exige que a própria instituição de Ensino Superior reveja, constantemente, sua estrutura curricular e processos metodológicos, em uma perspectiva da garantia de flexibilização curricular e abertura de novos objetivos acadêmicos. Desse modo, as tecnologias educacionais descritas a seguir, particularmente a Alfabetização Científica e a experimentação, buscam esses propósitos de extensão, como meios de articulação entre a Universidade e escolas, sob o contexto deste Projeto de Extensão.

Tecnologias educacionais para o ensino de Ciências

Em muitos casos, sob distintas denominações, estratégias pedagógicas no âmbito dos processos de ensino-aprendizagem são usualmente utilizadas pelos docentes, no intuito de potencializar ambas as ações. As abordagens teóricas enfatizando as Tecnologias Educacionais (TE) se consolidaram a partir da década de 1970, em um contexto inicialmente de busca pela objetividade e eficiência às ações educativas (MAZZI, 1981). Quando se pretende contemporaneamente conceituar as TE's, observa-se que Luckesi as define como modos procedimentais de:

[...] planejar, implementar e avaliar o processo total da aprendizagem e da instrução em termos de objetivos específicos, baseados nas pesquisas de aprendizagem humana e comunicação e materiais, de maneira a tornar a instrução mais efetiva (1986, p. 56).

Sendo assim, esse texto trata as TE's como sendo toda a elaboração teórica e metodológica, que se expande em concepções, meios e técnicas de inovação, necessários para uma garantia de significado aos processos de ensino-aprendizagem.

A guisa dessa discussão apresenta-se neste texto uma breve fundamentação teórica sobre as TE's da Alfabetização Científica (AC) e da Atividade Experimental (AE), essa sob uma perspectiva problematizada, tendo-se como propósito elencar ações, teoricamente fundamentadas, capazes de ampliar as condições de efetividade, com relação aos processos de ensino-aprendizagem. Essas TE's se articulam na perspectiva teórica e metodológica de um Ensino de Ciências, que visa à promoção de uma transversalização de assuntos científicos entre a sala de aula (ou o Laboratório de Ciências) e o dia a dia do aluno.

A TE da AC, ao ser associada às atividades práticas de laboratório e de campo, tendo em vista a TE da AE, pode atuar como um instrumento que desenvolva elementos cognitivos e procedimentais próprios do sujeito, fundamentais à construção e ao entendimento de conceitos, e à promoção de uma visão adequada do trabalho científico pelos alunos (GONZÁLEZ, 1992). Sobre a caracterização de um problema a ser empregado como meio estruturador de uma experimentação de natureza científica, ou seja, como um fator promotor de uma investigação favorável aos processos de ensino e de aprendizagem, Carvalho, Vannucchi e Barros argumentam que:

[...] é o professor que propõe problemas a serem resolvidos, que irão gerar ideias que, sendo discutidas, permitirão a ampliação dos conhecimentos prévios; promove oportunidades para a reflexão, indo além das atividades puramente práticas; estabelece métodos de trabalho colaborativo e um ambiente na sala de aula em que todas as ideias são respeitadas (2007, p. 66).

Para tanto, estabelece-se uma estreita interação entre a proposição de um problema e a atividade experimental a ser realizada. Quando essa atividade experimental é tratada a partir de uma objetivação de alfabetização em cientificidade, amplia as condições de interação entre conteúdos e o contexto social do aluno e, com isso, potencializa-se como uma ação pedagógica capaz de produzir significados psicológicos e idiossincráticos. Dessa forma, as TE's da AC e da AE podem atuar como importantes estratégias para o Ensino de Ciências, sob as conceituações e diretrizes das quais se passará a tratar.

Alfabetização científica (AC)

Ao se investigar o tema, registros são encontrados de que o estudioso Paul Hurd tenha sido o primeiro pesquisador a utilizar o termo *scientific literacy*. Todavia, em um de seus próprios trabalhos, Hurd (1998) afirma que, por volta dos anos 1620, o filósofo francês Francis Bacon já demonstrava interesse em que as pessoas fossem preparadas culturalmente, a partir de informações de natureza científica (SASSERON; CARVALHO, 2011). Dessa forma, verifica-se a configuração de uma forma preliminar de concepção sobre a AC, cuja amplitude se estendia, à época, a perspectivas de ganhos de natureza social.

Com relação ao empenho pelo desenvolvimento de uma compreensão efetiva das informações de natureza científica, de caráter psicológico, segundo Hazen e Trefil (1995), não se espera que as pessoas saibam fazer pesquisa científica em seu cotidiano, mas é importante que todos tenham conhecimento científico suficiente para compreender os resultados por ela gerados, assim como sejam capazes de reconhecer a pertinência dos temas publicamente tratados, sobre questões envolvendo a Ciência e a Tecnologia. Nessa conjuntura, Miller (1983) argumenta que a AC pode ser caracterizada como a efetiva compreensão da natureza da Ciência, em seus conceitos e proposições essenciais, assim como de suas influências na vida social de todos.

Garcia e Canul (2008), ao pontuarem que a AC consiste em uma forma de intensificação da capacidade das pessoas em criticamente apropriar-se de informações científicas e tecnológicas difundidas pelos meios midiáticos, corroboram com esse argumento. Sob essas conceituações e suas derivações, considera-se que um cidadão, cientificamente alfabetizado, teria condições de efetivamente compreender e interagir, à sua feição, com produtos de natureza científica e suas consequências, de modo a que esses produtos possam inferir positivamente em sua realidade (SILVA, 2016).

Em referência ao campo educacional, para Leal e Souza (1997), a AC é vista como o conhecimento, apesar do termo ser vago, do aluno sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade, a partir de informações obtidas em meios de divulgação científica de qualquer natureza. Nesse sentido, Chassot (2000; 2003) considera a Ciência como uma linguagem construída pelo homem para explicar o mundo natural, e uma vez alfabetizado cientificamente, a posse de sua capacidade pessoal e intransferível de ler essa linguagem, na qual está escrita a Natureza.

Portanto, a TE da AC engloba os conhecimentos necessários a uma compreensão efetiva de um dado contexto social, tendo em vista perspectivas de aplicação do conhecimento científico diretamente, na resolução de problemas cotidianos e na utilização desse conhecimento, a partir de seus aspectos utilitários, em especificidade e primordialidade. Sob essa argumentação, poder-se-ia considerar cientificamente alfabetizado um cidadão que dispõe de subsídios cognitivos para ouvir uma notícia midiática de natureza científica e efetivamente compreendê-la, analisá-la e utilizá-la favoravelmente, em seu próprio contexto social.

A utilização da TE da AC no ambiente escolar, portanto, estende-se para além de um conceito e de uma proposição, de uma potencialidade ou mesmo de um propósito pedagógico, mas configura-se como um elemento metodológico de notória pertinência e relevância social. Ao superar seu reducionismo conceitual/proposicional, compõe, no âmbito do Ensino de Ciências, uma atividade metodológica capaz de fundamentar as ações de investigação científica, pois permite que se trate de temas científicos, sob sua perspectiva de aplicabilidade e de utilidade, oferecendo ao sujeito condições emancipatórias de autonomia e de inclusividade social.

Atividade experimental (AE)

Como uma estratégia de favorecimento a uma AC, conforme os pressupostos apresentados, compreende-se a importância da experimentação em aspectos de desenvolvimento de significados científicos efetivos por parte do sujeito, o que vai ao encontro das acepções teóricas e das metodologias desenvolvidas no contexto deste projeto. Entretanto, reforça aspectos amplos de discussão referente a esse tema, uma vez que o simples trabalho procedimental não se aproxima em garantia de uma aprendizagem efetiva.

Formas alternativas de ensino associado e articulado ao laboratório didático podem ser mais relevantes no Ensino de Ciências, comparativamente ao trabalho isolado. As AE's articuladas a outras metodologias de ensino, como por exemplo, resolução de problemas, podem potencializar um ensino mais efetivo (GOI, 2004, GOI; SANTOS, 2009, 2015).

O trabalho prático nas aulas de Ciências não é, entretanto, uma metodologia nova. Em 1822, o Departamento Educacional da Inglaterra declarava que a formação científica em Ciências deveria ser ministrada através de experimentos

(HODSON, 1994). Nas décadas de 1960 e 1970, grande parte dos currículos de Ciências da Natureza tinham por objetivo, implementar o ensino experimental (HODSON, 1994).

Atualmente, o Ensino de Ciências nos contextos escolares não é diferente, em que o laboratório é pautado por “atividades tradicionais”, caracterizado por trabalho em equipe e em ambiente apropriado, que permite a manipulação de objetos de laboratório, onde o educando pode construir conhecimentos, testando o que já foi comprovado cientificamente. Esse ambiente geralmente é marcado por aulas segmentadas e com atividades definidas por um roteiro fixo. Apesar dessas características, o laboratório didático é fundamental no Ensino de Ciências, e pensar em descartá-lo seria na opinião de muitos pesquisadores como “destruir” a Ciência em seu contexto (TAMIR; GARCIA, 1992; HODSON, 1994; BARBEARÁ; VALDÉS, 1996). Nesse sentido, várias sugestões foram realizadas procurando melhorar a implementação dessa metodologia no ensino.

As AE's podem servir como um instrumento que favoreça questões fundamentais para o entendimento e a construção de conceitos científicos. Somente serão consistentes quando houver objetivos bem definidos, oportunizando direção e sentido ao estudo que está sendo realizado. Sob tal conjuntura, os estudantes podem construir hipóteses, analisar dados, observar criticamente os problemas de interesse e implicações da própria Ciência (GONZÁLEZ, 1992).

Essas questões e objetivos analisados por Borges (1997) e Lynch (1987) revelam como o professor concebe as AE's. Superar essas visões simplistas em relação às atividades práticas envolve superar seus objetivos fragmentados. O trabalho articulado requer que o professor esteja atento ao processo de cognição do estudante.

Considerando os elementos apontados, parece claro que a simples introdução de AE não resolve as dificuldades de aprendizagem em Ciências. Para que as AE's permitam a construção do conhecimento, devem ser cuidadosamente planejadas, levando em consideração os objetivos pretendidos, os recursos disponíveis e as ideias prévias dos educandos sobre o tema em questão.

Química ambiental na área da mineração

O monitoramento dos recursos hídricos tem como principal objetivo o acompanhamento e controle da qualidade dos mananciais que direta e indiretamente estão dentro de uma área de influência de uma atividade poluidora, como é o caso da mineração.

O carbonato de cálcio e magnésio, por ser material particulado, pode contaminar o ar no processo de lavra e ser inalado, provocando irritações ao trato respiratório. Ao mesmo tempo, por possuir alcalinidade e dureza significativas, pode contaminar os recursos hídricos no entorno das mineradoras, alterando o pH e provocando impacto às espécies e à qualidade das águas naturais. Portanto, é fundamental realizar um controle e monitoramento dos impactos gerados por esta atividade.

A mineração de minerais metálicos gera impacto ambiental aos recursos hídricos, à fauna, à flora, ao solo e aos sedimentos, devido à contaminação por metais pesados. Áreas impactadas por essa atividade frequentemente permanecem contaminadas, configurando passivos ambientais (PA). Os PA's são "dívidas" decorrentes da contaminação química e/ou da degradação física de uma área, após o encerramento da atividade geradora dos danos. Todo ato de minerar, tanto a céu aberto como subterrâneo, modifica o terreno no processo da extração mineral e de deposição de rejeitos, podendo atingir o lençol freático, contaminando os recursos hídricos (FEPAM, 2007).

A mina de cobre nas Minas do Camaquã, exaurida no início de 1996, foi descoberta em 1865 e representou, durante mais de um século, o principal depósito metálico do sul do país. Durante esse período ocorreram vários ciclos de exploração de cobre e boa parte dos efluentes e rejeitos foram lançados diretamente nos arroios da região (LAYBAUER, 1998).

No ano de 2000, a Companhia Brasileira do Cobre (CBC) realizou uma auditoria ambiental das Minas do Camaquã, através de um diagnóstico da situação de todas as medidas compensatórias e mitigadoras implantadas pela empresa, visando concluir sobre a qualidade ambiental (CBC, 2000).

METODOLOGIA

O programa Novos Talentos da CAPES teve seu início no ano de 2014, em que o projeto “Avaliação de Impacto Ambiental das Águas Próximas a Atividades Mineradoras de Calcário” foi desenvolvido com palestras, AE’s em laboratório e saídas de campo. Com relação às palestras foram expostos e debatidos temas sobre a Geologia da região e os processos de lavras de calcário. Medidas de pH, condutividade elétrica, análise de alcalinidade, dureza e cloretos consistiram nas práticas desenvolvidas em laboratório. As amostras de águas coletadas em arroios da região foram analisadas em campo utilizando kits contendo soluções indicadoras para avaliação do pH e reagentes para avaliar a dureza.

No ano de 2015, o projeto teve sua área de atuação ampliada para a região das Minas do Camaquã, sendo suas ações desenvolvidas, sintetizadas no quadro 1. O público-alvo foram alunos do Ensino Médio e professores de Química das escolas participantes.

Quadro 1 - Ações desenvolvidas no projeto “Avaliação de Impacto Ambiental das Águas Próximas a Atividades Mineradoras de Calcário”

Oficina	Atividade
Palestra inaugural	Tema: Mineralogia e Geologia da região
1ª Atividade Experimental	Materiais e normas de segurança em laboratório de Química
2ª Atividade Experimental	Indicadores ácido/base, medidas de pH
3ª Atividade Experimental	Solubilidade de sais em água
4ª Atividade Experimental	Alcalinidade de águas
5ª Atividade Experimental	Dureza de águas
1ª Saída de campo	Coleta de águas em arroios para análises de pH
2ª Saída de campo	Visita técnica às Minas do Camaquã

No primeiro encontro, o projeto foi apresentado aos alunos e professoras das escolas de Educação Básica através de uma palestra introdutória, descrevendo o programa da CAPES, seus objetivos e o cronograma de execução. Os alunos envolvidos responderam a um questionário inicial, relacionado à disciplina de Química da Educação Básica, ao uso do laboratório e à Geologia da região, com o objetivo de verificar os conhecimentos prévios sobre temas circunscritos ao projeto. Em seguida, os alunos dos cursos de Geologia e Tecnologia em Mineração da UNIPAMPA apresentaram como tema central, a Geologia da região e as técnicas de mineração (Palestra inaugural).

As normas de segurança em laboratórios (1ª Atividade Experimental) foram apresentadas por uma acadêmica do curso de Licenciatura em Ciências Exatas, com foco nos equipamentos de segurança, cuidados ao manusear vidrarias e substâncias químicas.

Foram expostas as diferenças entre ácidos e bases e o conceito do potencial hidrogeniônico (pH) (2ª Atividade Experimental), o que possibilitou a aplicação prática com soluções indicadoras, testando amostras do cotidiano como vinagre, detergente, etc. Para a maioria deles foi o primeiro contato com o laboratório de Química, percebendo-se amplo interesse nas atividades desenvolvidas.

O conceito de solubilidade foi apresentado na 3ª Atividade Experimental, na qual foram realizados testes comparativos de solubilidade em água, utilizando-se os carbonatos de cálcio e de sódio, e a técnica de filtração simples. Foi demonstrada a reatividade do calcário em ácidos clorídrico e acético.

Na 5ª Atividade Experimental foi introduzido o conceito de dureza de águas, cuja parte experimental foi desenvolvida com análise de dureza em amostras de águas da empresa mineradora de calcário. Nesta atividade os alunos tiveram o primeiro contato com a técnica de titulação.

Na última atividade em laboratório os alunos trabalharam com testes qualitativos de cloretos e ferro em águas.

No encontro seguinte foi realizada uma saída de campo em arroios próximos de mineradoras de calcário, para coleta de águas e medições de pH, com utilização de um kit contendo soluções indicadoras. Como última saída de campo prevista para o ano, os alunos foram levados às Minas do Camaquã para coletar amostras de águas em mina a céu aberto e em barragens.

Como resultados buscou-se que os participantes adquirissem um significativo conhecimento em Química Ambiental, integrando a teoria com o trabalho experimental e de campo.

A atividade de extensão iniciou a partir da utilização de um questionário do tipo Likert, com o objetivo de verificar as opiniões dos participantes, em relação à disciplina de Química, às aulas experimentais, às saídas de campo e à Geologia da região.

A estrutura de análise dos questionários aplicados foi semelhante à utilizada por Bohrer e Farias (2013), utilizando as escalas 1 = Discordo Totalmente (DT); 2 = Discordo (D); 3 = Não Tenho Opinião (NO); 4 = Concordo (C), e 5 = Concordo Plenamente (CP), indicando o grau de concordância do informante a respeito de determinadas afirmações. O valor do escore da escala Likert foi calculado fazendo-se a soma do número de informantes, multiplicando-se pelo valor do escore (1 para DT, 2 para D, 3 para NO, 4 para C e 5 para CP, , , e) e dividindo-se o resultado pelo número total de informantes.

A análise das respostas foi baseada no cálculo de Ranking Médio (RM), procedimento já utilizado em diferentes trabalhos da área de Educação em Ciências (BOHRER; FARIAS, 2013).

Figura 1 - Fórmula para o cálculo do Ranking Médio

$$\mathbf{RM} = \frac{\Sigma (\mathbf{F_i} \cdot \mathbf{V_i})}{\mathbf{NT}}$$

RM = Ranking Médio

F_i = Frequência observada (por resposta e item)

V_i = Valor de cada resposta

NT = Número total de informantes

Fonte: Autores

RESULTADOS E DISCUSSÃO

São apresentados no quadro 2, os resultados obtidos a partir do questionário 1, bem como seus respectivos escores médios.

Quadro 2 - Resultados dos escores médios (em Likert) obtidos a partir da aplicação do questionário 1

Quanto à disciplina de Química	Escore
É uma disciplina de fácil compreensão	3,29
Exige muito raciocínio	3,79
Dedico esforço para acompanhá-la	3,93
Participo com interesse das aulas	4,50
Quanto às aulas experimentais	Escore
Facilita a compreensão dos conceitos trabalhados nas teorias de Química, facilitando o meu aprendizado	4,57
Estão de acordo com as minhas expectativas	4,00
Sinto dificuldades em compreender as atividades experimentais	2,43
Dedico atenção ao desenvolvê-las	4,10
Estimulam soluções para os problemas teóricos propostos	3,93
Tenho a impressão que pouco contribuem para a construção do conhecimento científico	2,00
Gosto muito das aulas experimentais	4,50
As aulas experimentais facilitam a compreensão de fenômenos que acontecem diariamente	4,14
Realizo poucas aulas experimentais no contexto escolar	4,64
Quanto aos relatórios das aulas experimentais	Escore
Auxiliam na compreensão do que foi realizado experimentalmente	3,93
Tenho dificuldades na elaboração dos relatórios	2,50
Os relatórios permitem uma melhor reelaboração dos conhecimentos aprendidos	3,64
Não tenho por hábito fazer relatórios	3,36

Não recebo orientação adequada de como realizar um relatório	
Quanto às saídas de Campo	Escore
Geralmente são realizadas saídas de campo no contexto escolar	2,29
As aulas de campo são realizadas com objetivo de coletar dados	3,93
Tenho a impressão de que a cada saída de campo, a compreensão dos conteúdos das disciplinas de Ciências da Natureza é facilitada	3,93
Após as saídas de campo é realizado um trabalho relacionado aos dados coletados	3,53
Quanto à Geologia da região	Escore
Conheço a Geologia da região através de estudos realizados no contexto escolar	2,43
Conheço a Geologia da região através de leituras de meu interesse	3,43
Não conheço a Geologia da região	2,86

A análise do questionário mostrado acima revelou que os estudantes acreditam que a disciplina de Química exige esforço e, para acompanhá-la, é necessário raciocínio lógico, isto é demonstrado na soma do escore médio (4,07) na primeira parte do questionário. Esse resultado corrobora com Andrade, Santos e Santos (2011), Marcondes (2008), Mello e Santos (2012), Maldaner e Piedade (2005) quando mostram que o Ensino de Química, geralmente, é estruturado com atividades que conduzem à memorização de conceitos fragmentados, apoiado em fórmulas matemáticas e conhecimentos que limitam o aprendizado dos alunos e, com isso, fortalece a falta de interesse pela disciplina.

Quanto às aulas experimentais, os alunos notam que elas podem contribuir para a construção do conhecimento científico e não sentem dificuldades de relacionar a prática à teoria. Isso pode ser observado no escore de 4,57 quando sinalizam que as aulas experimentais “Facilitam a compreensão dos conceitos trabalhados nas teorias de Química, facilitando o meu aprendizado”. Os estudantes também parecem concordar que as AE’s estão de acordo com as suas expectativas, estimulando as soluções dos problemas propostos e facilitando a compreensão dos fenômenos cotidianos. Esse aspecto parece contraditório, uma vez que a realização de aulas experimentais é rara nas escolas em que esses alunos estão inseridos.

Muitos pesquisadores sinalizam a relevância das aulas experimentais no Ensino de Ciências entre os pesquisadores destaca-se: Alonso et al. (1992), Sanches et al. (1992), Gil Perez (1993), Hodson (1994), Garcia Barros et al. (1995), Watson et al. (1995); Gil Perez e Valdés Castro (1996), Ritchie e Rigano, (1996),

Campos e Nigro (1999), Galiazzi e Gonçalves (2004), Munford e Lima (2007), Leitão (2007), Coquidé (2008), Pavão, Bevilacqua e Coutinho-Silva (2007), Gomes, Borges e Justi (2008), Ramos e Rosa (2008), Krasilchik (2008), Zanon e Freitas (2007), Andrade e Massabni (2011), Bassoli (2014) porém, como destacou essa pesquisa, é pouco efetiva nos contextos escolares, pois os alunos sinalizam o pouco uso deste espaço-tempo didático.

Em relação à elaboração de relatórios a partir de aulas experimentais, os estudantes concordam que eles auxiliam na compreensão do conteúdo que foi tratado através da AE. Por outro lado, os estudantes não têm uma opinião formada sobre o hábito em fazer relatórios a partir dessas atividades, isso é justificado por essa metodologia não ser usada rotineiramente no contexto escolar.

Os relatórios das aulas experimentais podem servir como um instrumento que favoreça questões fundamentais para o entendimento e construção de conceitos científicos. Insausti (1997) aponta para a importância dessa metodologia nos contextos escolares, estruturadas de acordo com a necessidade do grupo, desde a escolha dos procedimentos, a seleção dos equipamentos, a preparação da montagem experimental, as observações, os registros, as interpretações dos resultados e a reflexão sobre o conhecimento construído.

Quanto às saídas de campo, parece um consenso entre os alunos que essas não são realizadas com periodicidade e, quando são feitas, tem por objetivo coletar dados que servirão para realizar trabalhos posteriores. Por outro lado, os alunos concordam que as saídas de campo auxiliam na compreensão dos conteúdos curriculares das disciplinas que envolvem a área de Ciências da Natureza.

A saída de campo, uma das modalidades didáticas que começou a ganhar destaque nas aulas de Ciências, pode ser realizada em ambientes naturais e estimular a curiosidade dos alunos, bem como proporcionar uma aprendizagem mais significativa, (OLIVEIRA; ANTUNES; SOARES, 2012). Para Seniciato e Cavassan (2004) esse tipo de atividade envolve e motiva os alunos, superando a fragmentação dos conteúdos, além de promover uma mudança de valores e uma postura de consciência, em relação à natureza. Além disso, a saída de campo é uma metodologia que auxilia na construção dos conhecimentos científicos, relacionados ao meio ambiente e aos conteúdos curriculares.

Sobre a caracterização de aspectos envolvendo a Geologia da região, os alunos sinalizaram que não a conhecem e que na escola isso não é tratado nas disciplinas do currículo, tampouco relataram ter interesse em conhecer essa Geologia por leituras extraclasse.

Nas respostas obtidas a partir do questionário ficou explícito que a interdisciplinaridade está sendo pouco tratada no contexto escolar, pois os alunos não percebem a relevância de relacionar outros conteúdos aos temas discutidos, a não ser daqueles que se encontram previstos no currículo escolar. Almeida, Araújo e Mello (2015) ressaltam, entretanto, que é necessária a integração dos saberes para uma aprendizagem relevante.

Nessa mesma concepção, Guimarães (2004) entende que a Geologia pode integrar os conhecimentos da Química, Física, Biologia, Matemática e Ciências Humanas para o conhecimento e representação do geoambiente, fornecendo as bases para uma contextualização sociocultural.

Tendo como base o referencial teórico tratado, em moldes de AE e AC, verifica-se carência na utilização de AE nos ambientes educacionais cotidianos. Além disso, ao se fazer uso deles, prementemente pauta-se na ilustração de dado conceito ou na busca de confirmação de determinado aspecto teórico conteudinal. Desse modo, atinge-se parcialmente as potencialidades didáticas da AE em prol de ganho de significados científicos pelos alunos. Aliando-se a isso, atividades pedagógicas vinculadas à AC carecem de fundamentação, quando desvinculadas do contexto dos alunos, sendo que sua base teórica ancora-se precisamente no que ele conhece previamente sobre Ciências (SILVA; MOURA; DEL PINO, 2017).

Percebem-se possibilidades de mudança deste cenário quando se tratam aspectos científicos nos moldes de uma AE, que efetivamente vincule-se ao que o aluno vivencia em Ciências, ampliando sua percepção quanto ao que poderá trazer de utilidade e de associabilidade aos seus saberes e fazeres, tornando-se um sujeito cientificamente alfabetizado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados obtidos foi possível verificar grande expectativa e curiosidade dos alunos em conhecer o laboratório e os respectivos materiais, sendo que a maioria deles nunca tinha realizado qualquer atividade prática em ambiente educacional. Observou-se, assim, grande interesse por parte dos alunos nas práticas desenvolvidas no laboratório e, segundo as professoras das escolas, houve uma sensível melhora na compreensão dos conceitos estudados nas aulas teóricas em Ciências e, particularmente, em Química.

Nas saídas de campo, os alunos perceberam a importância do controle ambiental de recursos hídricos, em uma região de atividades consideradas como fontes poluidoras de grau leve. Desse modo, acredita-se que tenha sido alcançada a relação entre as ciências e sua realidade – ambiental e social – em pressupostos de uma Alfabetização Científica que permita a transgressão das limitações de sala de aula.

Conclui-se que o desenvolvimento desta atividade foi importante no sentido de promover um elo entre os conceitos teóricos de Química estudados no ensino médio e a investigação científica, através da experimentação e do trabalho em campo. Possibilitou, ainda aos educandos, o conhecimento dos processos de mineração de calcário e de cobre, bem como seus impactos ao meio ambiente e suas possíveis formas de controle e monitoramento. Como o objetivo principal deste projeto era incentivar o espírito científico e investigativo, desenvolvendo perfis científicos no âmbito da Química Ambiental, pode-se apontar como exitoso em sua metodologia empregada, tendo em vista os resultados apresentados e discutidos. Sabe-se, contudo, que o desenvolvimento desta atividade corresponde a um passo inicial na escalada dos educandos, em busca de seu futuro acadêmico e das soluções para um meio ambiente sustentável.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem pelo apoio financeiro da CAPES, ao coordenador geral do Projeto Novos Talentos Prof. Dr. Márcio André Rodrigues Martins, ao técnico de laboratório Guilherme Pacheco Casa Nova e às monitoras Ana Paula Oliveira Mathias e Susete Francieli Ribeiro Machado.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. N.; ARAÚJO, C.; MELLO, E. F. Geologia nas escolas de Ensino Básico: a experiência do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. **Terra e Didática**, v. 11, n. 3, 2015.

ALONSO, M. et al. Los exámenes de física e química en la enseñanza por transmisión y en la enseñanza por investigación. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 10, n. 2, p. 127-138, 1992.

ANDRADE, M. L. F.; MASSABNI, V. G. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 17, n. 4, p. 835-854, 2011. .

ANDRADE, D.; SANTOS, A. O.; SANTOS, J. L. Contextualização do conhecimento químico: uma alternativa para promover mudanças conceituais. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE, 5., 2011. São Cristóvão. Anais... São Cristóvão: UFS, 2011.

BAIRD, Colin. **Química ambiental**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

BARBERÁ, O.; VALDÉS, P. El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. **Enseñanza de las Ciencias**. v. 14, n. 3, p. 365-379, 1996.

BASSOLI, F. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tensões e distorções. **Revista Ciência & Educação**, v. 20, n. 3, p. 579-593, 2014.

BEVILACQUA, G. D.; COUTINHO-SILVA, R. O ensino de ciências na 5ª série através da experimentação. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v. 10, p. 84-92, 2007.

BORGES, A. Tarciso. O papel do laboratório no ensino de Ciências. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 1., 1997, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia, 1997. p. 2-11.

BRASIL. Secretaria da Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1997.

CAMPOS, M. C. C.; NIGRO, R. G. **Didática de ciências: o ensino-aprendizagem como investigação**. São Paulo: FTD, 1999.

CARVALHO, A. M. P.; VANNUCCHI, A. I.; BARROS, M. A. **Ciências no ensino fundamental**: o conhecimento físico. São Paulo: Scipione, 2007.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica**: questões e desafios para a educação. Ijuí: Ed. Unijuí, 2000.

_____. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**.n. 22, p. 89-100, jan./abr. 2003.

COMPANHIA Brasileira do Cobre, CBC. **Auditoria ambiental das Minas do Camaquã**. [Caçapava do Sul]: MINERAR, maio 2000.

COQUIDÉ, M. Um olhar sobre a experimentação na escola primária francesa. **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, Belo Horizonte, v. 10, n. 1, p. 1-18, 2008.

FEPAM em revista: revista da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler. [Porto Alegre], v. 1, n. 2, 2007.

GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 326-331, 2004.

GARCIA BARROS, S.; MARTÍNEZ LOSADA, C.; MONDELO ALONSO, M. El trabajo práctico: una intervencion para la formacion de profesores. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 13, n. 2, p. 203-209, 1995.

GARCIA, J. J. G.; CANUL, J. F. C. ¿Para qué enseñar ciencias en la actualidad? Una propuesta que articula la tecnología, la sociedad y el medio ambiente. **Revista Educación y Pedagogía**, v. 20, n. 50, p. 111-122, jan./abr. 2008.

GIL PEREZ, D. Contribucion de la Historia y lde la Filosofia de las Ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza: aprendizaje como investigación. **Enseñanza de Las Ciencias**, v. 11, n. 2, p. 197-212, 1993.

_____. New trends in science education. **Int. J. Sci. Educ.**, v. 18, n. 8, p. 889-901, 1996.

GIL PEREZ, D.; VALDEZ CASTRO, P. La orientación de las prácticas de laboratório

com investigación: um ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de Las Ciencias**, v. 14, n. 2, p. 155-63, 1996.

GUIMARÃES, E. M. A contribuição da Geologia na construção de um padrão de referência do mundo físico na educação básica. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 34, p. 87-94, 2004.

GOI, M. E. J. **A construção do conhecimento químico por estratégias de resolução de problemas**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) -Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2004.

GOI, M. E. J.; SANTOS, F. M. T. Reações de combustão e impacto ambiental por meio de resolução de problemas e atividades experimentais. **Química Nova na Escola**, v. 31, p. 203-209, 2009.

_____. Implementação da metodologia de resolução de problemas no ensino de Ciências. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO NO MERCOSUL, 17., 2015, Cruz Alta. Cruz Alta, 2015.

GOMES, A. D. T.; BORGES, A. T.; JUSTI, R. Processos e conhecimentos envolvidos na realização de atividades práticas: revisão da literatura e implicações para a pesquisa. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 187-207, 2008.

GONZÁLEZ, E. M. ¿Qué hay que renovar en los trabajos prácticos? **Enseñanza de las Ciencias**, v. 10, n. 2, p. 206-211, 1992.

HAZEN, R. M.; TREFIL J. **Saber ciência**. São Paulo: Cultura, 1995.

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanzas de las Ciencias**, v. 12, n. 3. p. 299-313, 1994.

HURD, P. D. Scientific literacy: new minds for a changing world. **Science Education**, v. 82, n. 3, p. 407-416, 1998.

INSAUSTI, M. J. Análises de los trabajos prácticos de química general en un curso de universidad. **Enseñanzas de las Ciencias**, v. 15., n. 1, p. 123-130, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. **Mineração e meio ambiente**. Brasília, 1992.

LAYBAUER, L. Incremento de metais pesados na drenagem receptora de efluentes de mineração: Minas do Camaquã, sul do Brasil. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 3, n. 3, p. 29-36, 1998.

KRASILCHIK, M. P. **Prática de ensino de biologia**. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2008.

LEAL, M. C.; SOUZA, G. G. Mito, ciência e tecnologia no ensino de ciências: o tempo da escola e do museu. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 1., 1997, Águas de Lindóia. **Atlas do...** Águas de Lindóia, 1997.

LYNCH, P. P. Laboratory work in schools and universities; structures and strategies still largely unexplored. **Australian Science Teachers Journal**, v. 32, p. 31-39, 1987.

LUCKESI, C. C. Independência e inovação em tecnologia educacional: ação-reflexão. **Tecnologia Educacional**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 71/72, p. 55-64, jul./out. 1986.

MALDANER, O. A.; PIEDADE, M. C. T. Repensando a Química: a formação de equipes de professores/pesquisadores como forma eficaz de mudança da sala de aula de química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 1, maio 2005.

MARCONDES, M^a. E. R. Proposições metodológicas para o ensino de Química: oficinas temáticas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania. **Em Extensão**, Uberlândia, v. 7, 2008.

MAZZI, A. P. R. Tecnologia educacional: pressupostos de uma abordagem crítica. **Tecnologia Educacional**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 39, p. 25-29, mar./abr.1981.

MILLER, J. D. Scientific Literacy: a conceptual and empirical review. **Daedalus**, v. 112, n. 2, p. 29-48, 1983.

MELO, M. R.; SANTOS, A. O. Dificuldades dos licenciandos em química da UFS em entender e estabelecer modelos científicos para equilíbrio químico. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 16., 2012, Salvador. **Anais...** Salvador, 2012.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 72-89, 2007.

OLIVERIA, K. O.; ANTUNES, M. S.; SOARES, B. M. Saída de campo: atividade que possibilita explorar uma diversidade de conteúdos no meio ambiente. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 2., 2012, Santo Ângelo. **Anais...** Santo Ângelo, 2012.

PAVÃO, A. C.; LEITÃO, A. Hands-on? Minds-on? Hearts-on? Social-on? Explainers-on! In: MASSARANI, L.; MERZAGORA, M.; RODARI, P. (Orgs.). **Diálogos & ciência: mediação em museus e centros de ciência**. Rio de Janeiro: Museu da Vida, 2007. p. 39-46.

RAMOS, L. B. C.; ROSA, P. R. S. O ensino de ciências: fatores intrínsecos e extrínsecos que limitam a realização de atividades experimentais pelo professor dos anos iniciais do ensino fundamental. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 299-331, 2008.

RITCHIE, S. M.; RIGANO, D. L. Laboratory apprenticeship through a student's research project. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 33, n. 7, p. 799-815, 1996.

SANCHES, M. et al. Concepciones espontáneas de los profesores de Ciencias sobre la evaluación: obstáculos a superar y propuestas de replanteamiento. **Enseñanza de la Física**, v. 5, n. 2, p. 18-38, 1992.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-71, 2011.

SILVA, A. L. S. **Um professor de Ciências pesquisador em seu saber/fazer pedagógico: metodologias de ensino em um contexto de formação de professores**. Saarbrücken: Novas Edições Acadêmicas, 2016.

SILVA, A. L. S.; MOURA, P. R. G.; DEL PINO, J. C. Atividade experimental problematizada (AEP) como uma estratégia pedagógica para o Ensino de Ciências: aportes teóricos, metodológicos e exemplificação. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 5, 2017.

SENICIATO, T.; CAVASSAN, O. Aulas de campo em ambientes naturais e aprendizagem em ciências: um estudo com alunos do ensino fundamental. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 1, p. 133-147, 2004.

SPIRO, T.; STIGLIANI, W. **Química ambiental**. 2.ed. [São Paulo]: Pearson, 2011.

TAMIR, P.; GARCIA, M. P. Characteristics of laboratory exercises included in science textbooks in Catalonia (Spain). **Int. J. of Sci. Educ.**, v. 14, p. 381-392, 1992.

UNIPAMPA. Universidade Federal do Pampa. **Plano de Desenvolvimento Institucional 2014-2018**. Bagé: UNIPAMPA, 2013.

WATSON, R.; PRIETO, T.; DILLON, J. S. The effect of practical work on student's understanding of combustion. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 32, n. 5, p. 487-502, 1995.

ZANON, D. A. V.; FREITAS, D. A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem sua aprendizagem. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v. 10, p. 93-103, 2007.

Data de recebimento: 12 de novembro de 2017.

Data de aceite para publicação: 09 de janeiro de 2018.