

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA

VANESSA VENTURI

**A EXPERIMENTAÇÃO EM QUÍMICA COMO FERRAMENTA EDUCACIONAL E DE
INCLUSÃO SOCIAL: PROJETO LABORATÓRIOS ABERTOS**

Porto Alegre, 2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA

VANESSA VENTURI

**A EXPERIMENTAÇÃO EM QUÍMICA COMO FERRAMENTA EDUCACIONAL E DE
INCLUSÃO SOCIAL: PROJETO LABORATÓRIOS ABERTOS**

Trabalho de conclusão apresentado junto à atividade de ensino “Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Química”, como requisito parcial para obtenção de grau de Licenciada em Química

Profa. Dra. Tania Denise Miskinis Salgado

Orientadora

Prof. Dra. Fernanda Poletto

Co-orientadora

Porto Alegre, 2015

RESUMO

O objetivo geral desse estudo foi analisar algumas das contribuições do Projeto de Extensão Laboratórios Abertos, aplicado a estudantes que estão no último ano ou já concluíram o Ensino Médio, que visam futuro ingresso no Ensino Superior. Para tanto, foi investigado o papel da experimentação na construção do conhecimento científico e sua relevância para a aprendizagem e a inclusão científica, no decorrer das atividades finais do projeto. As atividades foram observadas e, ao término, alguns estudantes foram entrevistados individualmente com relação aos experimentos realizados e suas percepções quanto ao projeto e à Universidade. A partir da teoria de aprendizagem significativa de Ausubel, foram analisadas as respostas dos estudantes para os conceitos abordados nos experimentos. Os resultados da pesquisa indicam que as atividades propostas despertaram o interesse dos alunos ao proporcionar um contato prático com a química. Observou-se, também, que o planejamento das atividades de discussão prévia à execução dos experimentos é de suma importância para viabilizar a ancoragem dos novos conceitos aos subsunçores. Foi possível evidenciar nas entrevistas o sentimento de inclusão desses estudantes, refletindo em elevação na autoestima e expressões de motivação pessoal. Assim, iniciativas como essa devem ser incentivadas para a formação de cidadãos mais conscientes de sua atuação na sociedade.

Palavras-chave: Experimentação em química. Ensino de Química. Inclusão social.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Distribuição das percepções dos estudantes sobre o fenômeno observado na prática de equilíbrio químico.	24
Figura 2 – Distribuição da compreensão dos estudantes sobre a dinamicidade do equilíbrio químico.....	26
Figura 3 – Distribuição da frequência com que os fatores que influenciam na velocidade das reações foram citados pelos entrevistados.	28
Figura 4 – Descrições dos estudantes para o que aconteceu com o permanganato de potássio no experimento.....	31
Figura 5 – Célula galvânica com limão construída pelos estudantes em aula.....	33
Figura 6 – Distribuição das principais contribuições do projeto elencadas pelos estudantes.	39
Figura 7 – Posicionamento dos entrevistados com relação à universidade após o ingresso no projeto.	41

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 OBJETIVOS	8
3 REFERENCIAL TEÓRICO	9
4 METODOLOGIA	15
4.1 COLETA DE DADOS.....	17
4.1.1 <i>Estruturação das Entrevistas</i>	18
4.2 ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA.....	20
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5.1 EXPERIMENTOS SOBRE EQUILÍBRIO E CINÉTICA QUÍMICA.....	22
5.1.1 <i>Deslocando o equilíbrio de uma reação reversível</i>	24
5.1.2 <i>Uma ampulheta química</i>	27
5.1.3 <i>O efeito da temperatura e da concentração na cinética química</i>	28
5.2 EXPERIMENTOS SOBRE ELETROQUÍMICA.....	29
5.2.1 <i>Uma reação camaleônica</i>	30
5.2.2 <i>Pilha de limão</i>	33
5.3 EXPERIMENTOS SOBRE TÓPICOS EM QUÍMICA ORGÂNICA.....	35
5.3.1 <i>Sintetizando aspirina</i>	35
5.3.2 <i>Sintetizando nylon</i>	36
5.4 CONTRIBUIÇÕES PARA A FORMAÇÃO CIDADÃ.....	37
6 CONCLUSÕES	45
REFERÊNCIAS	47
ANEXO A	50
APÊNDICE A	65
APÊNDICE B	67

1 INTRODUÇÃO

A busca por uma sociedade mais justa e igualitária inicia-se pela garantia do acesso a uma educação de qualidade. A precariedade do poder público em garantir amplamente esse direito e dificuldades de ingresso e permanência nas universidades federais incentivaram projetos de ensino paralelos que buscam oferecer um ensino de qualidade, oportunizando o desenvolvimento de cidadãos mais críticos. As ciências constituem um legado cultural da humanidade e possibilitam o entendimento dos fenômenos e das tecnologias que envolvem nossa sociedade.

O Projeto de Extensão Laboratórios Abertos, vinculado à Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) busca complementar o ensino de ciências para estudantes integrantes do projeto de extensão de ensino popular Alternativa Cidadã (PEAC), com a finalidade de ampliar a visão de ciências para estudantes de Ensino Médio, estimulando possíveis aptidões para a formação científica entre estudantes de baixa renda. O Projeto Laboratórios Abertos é divulgado na aula inaugural do PEAC para início das inscrições dos estudantes interessados no Projeto. Na seleção dos estudantes inscritos são reservadas 70% das vagas para estudantes autodeclarados negros ou pardos, e é realizada entrevista individual, verificando as motivações para participação do Projeto.

Participam desse projeto professores e estudantes da UFRGS que buscam nessas aulas aproximar a química e a física do cotidiano dos estudantes, possibilitando elevar o grau de significação dos conceitos abordados.

Esse trabalho buscou investigar evoluções na aprendizagem e inclusão social, conquistados no decorrer de três aulas experimentais na etapa final do Projeto Laboratórios Abertos. Para uma aprendizagem significativa, é necessário conhecer as relações que o estudante já organizou sobre determinado assunto e entender as relações efetuadas por ele após a intervenção educacional. As aulas experimentais propostas são precedidas de aulas teóricas expositivas, onde são discutidas as posições conceituais iniciais dos estudantes com situações cotidianas para posterior visualização prática dos conceitos elaborados.

O contato com a ciência de forma experimental no ambiente acadêmico, com a visualização prática de conceitos científicos já estudados e a sua relação com o cotidiano dos estudantes, contribui para uma sociedade mais consciente de sua relação com a tecnologia e os avanços científicos promovidos pela ciência. A utilização de linguagem formal compreensível, sem estereótipos, auxilia no entendimento da ciência como patrimônio cultural.

Para a realização desse trabalho, foi utilizada uma metodologia de pesquisa qualitativa, estabelecendo um contato direto com a população estudada, aproximando-se da realidade investigada. A coleta de dados envolveu a observação intensa das aulas propostas, a atuação na monitoria dessas aulas, em contato direto com os estudantes e seus questionamentos. Ao final, foram realizadas entrevistas dialogadas semiestruturadas para entendimento das relações estabelecidas pelos estudantes ao término das práticas observadas e da percepção de inclusão e valores sociais atribuídos ao projeto.

Nesse trabalho são apresentados os referenciais teóricos que serviram de fundamentação para estabelecimento dos objetivos do trabalho e a posterior análise dos resultados, seguidos das metodologias utilizadas para a investigação das indagações iniciais. Os resultados referentes às análises das entrevistas realizadas e das observações de campo estão apresentados e discutidos ao término desse trabalho.

2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho consistiu em analisar as contribuições da proposta do Projeto de Extensão Laboratórios Abertos, aplicada a estudantes que estão no último ano ou já concluíram o Ensino Médio, integrantes do Projeto Educacional Alternativa Cidadã, que retornaram ou continuaram seus estudos visando ao futuro ingresso no Ensino Superior. Para tanto, pretendeu-se verificar o papel da experimentação na construção do conhecimento científico e sua relevância para a aprendizagem e a inclusão científica dos estudantes participantes do Projeto de Extensão Laboratórios Abertos.

Como objetivos específicos, pretendeu-se:

- Identificar como os experimentos realizados contribuíram para a compreensão dos conceitos sobre Equilíbrio Químico, Cinética Química, Eletroquímica e Química Orgânica, pela caracterização das dificuldades conceituais vencidas pelos estudantes após a aplicação das práticas laboratoriais.
- Verificar como os estudantes articulam a relação entre o estudo da química e a sua realidade.
- Avaliar a aproximação dos estudantes com a Universidade como mecanismo de inclusão social.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O estudo das ciências da natureza visa possibilitar ao estudante o desenvolvimento de uma visão crítica do mundo que o cerca, podendo analisar, compreender e utilizar este conhecimento no cotidiano, tendo condições de perceber e interferir em situações que contribuem para a deterioração de sua qualidade de vida. O entendimento das razões e objetivos que justificam e motivam o ensino dessas ciências poderá ser alcançado abandonando-se as aulas baseadas na simples memorização de nomes e fórmulas, tornando-as vinculadas aos conhecimentos e conceitos do dia-a-dia do estudante.^{1,2}

A necessidade do estudo das ciências reflete questões sociais mais amplas:

Os conhecimentos científicos fazem-se presentes no cotidiano, tanto por intermédio dos objetos e processos tecnológicos que permeiam as diferentes esferas da vida contemporânea quanto pelas formas de explicação científica, com a disseminação de sua terminologia e a divulgação fragmentada de seus resultados e modelos explicativos, usados para validar ou questionar decisões políticas, econômicas e, muitas vezes, até “estilos de vida”.³

Nesse contexto, a disciplina de química aplicada em uma abordagem significativa de aprendizagem corrobora com o incentivo de inclusão social através da alfabetização científica. Os conceitos de aprendizagem significativa e alfabetização científica estão amplamente discutidos na literatura, possibilitando uma reflexão sobre as práticas docentes e seus objetivos.

A maioria dos estudantes que hoje frequenta uma escola infelizmente ainda vê o conhecimento como algo muito distante da sua realidade, pouco aproveitável ou significativo nas suas necessidades cotidianas.⁴

O reconhecimento desse estudante como sujeito de sua aprendizagem, sendo quem realiza a ação, e não alguém que sofreu ou recebe uma ação, é um dos primeiros passos para a melhoria do método educacional. Não há como ensinar alguém que não quer aprender, uma vez que a aprendizagem é um processo interno que ocorre como resultado da ação de um sujeito.³

A ênfase do estudante como construtor do seu próprio conhecimento surge com as teorias cognitivo-construtivistas da aprendizagem, que imprimem um caráter determinante às concepções prévias dos estudantes. Essa perspectiva cognitivo-

construtivista da aprendizagem deve-se ao modelo piagetiano e de Ausubel. Ao contrário dos behavioristas, esses autores preocuparam-se com o aprender a pensar e o aprender a aprender, e não com a obtenção de comportamentos observáveis. No entanto, já não se trata de falar nos estágios de desenvolvimento piagetiano com o entusiasmo dos anos 50 e 60, mas de responsabilizar o estudante pelo seu percurso pessoal de aprendizagem e ajudá-lo a ser cognitiva e afetivamente persistente.⁵

Para Piaget, o conhecimento “realiza-se através de construções contínuas e renovadas a partir da interação com o real”, não ocorrendo através de mera cópia da realidade, e sim pela assimilação e acomodação a estruturas anteriores que, por sua vez, criam condições para o desenvolvimento das estruturas seguintes. Se, a partir de Piaget, entendermos o real como sendo o universo de objetos – o mundo – com o qual o estudante lida no dia-a-dia, perceberemos a importância do cotidiano na formação destas etapas de construção do conhecimento. Nesta perspectiva, é interagindo com o mundo cotidiano que os estudantes desenvolvem seus primeiros conhecimentos químicos.¹

Ausubel enfatiza a necessidade de uma estrutura anterior de conhecimento, denominada *subsunçor*, que serve como “âncora” para a interpretação e incorporação de novos conceitos.^{1,4}

Esta “ancoragem” a conhecimentos anteriores dá sentido à nova informação, definindo assim o que Ausubel chama de Aprendizagem Significativa. A cada assimilação o subsunçor modifica-se, tornando-se mais amplo e apto à novas assimilações.¹

No desenvolvimento da teoria de Ausubel, são propostas dimensões do processo de aprendizagem de acordo com o modo como o conhecimento a ser aprendido é tornado disponível ao estudante (por recepção ou por descoberta) e também com o modo como os estudantes incorporam essa informação nas suas estruturas cognitivas já existentes (mecânica ou significativa). Numa primeira fase, a informação torna-se disponível ao estudante numa aprendizagem por recepção e/ou por descoberta. Numa segunda fase, se o aprendiz tenta reter a informação nova, relacionando-a ao que já sabe, ocorre aprendizagem significativa. Por sua vez, se o estudante tenta meramente memorizar a informação nova, ocorre aprendizagem mecânica.^{4,5}

Dessa forma, a aprendizagem significativa só ocorre quando há disposição para a aprendizagem e o novo material apresenta uma estrutura lógica de interação com conceitos relevantes, claros e disponíveis na estrutura cognitiva (*subsunçores*), organizando-se de forma hierárquica na estrutura cognitiva. Caso contrário, as novas informações são aprendidas mecanicamente.⁵⁻⁷ Cada estudante faz uma filtragem dos conteúdos que têm significado ou não para si.⁷

O conhecimento aprendido mecanicamente pode ser, paulatinamente, relacionado com novas ideias e reorganizado na estrutura cognitiva caso o sujeito continue interagindo com a nova informação. Dessa forma, uma aprendizagem mecânica pode preceder uma aprendizagem significativa ou fornecer subsunçores para ela.^{6,7}

Para estimular a hierarquização dos conhecimentos pode-se fazer uso de organizadores prévios como estratégia para formar ou ativar os subsunçores.^{5,7} Esses organizadores prévios funcionam como uma ponte cognitiva já que deveriam servir de ancoradouro, na estrutura cognitiva, para o novo conhecimento. Se conceitos relevantes não estiverem disponíveis na estrutura cognitiva de um aluno, os organizadores prévios serviriam para ancorar as novas aprendizagens e levar ao desenvolvimento de um subsunçor que facilitasse a aprendizagem subsequente. Os organizadores são mais gerais, mais abstratos e mais inclusivos do que o material de aprendizagem subsequente, então, em nível de desenvolvimento e planificação curricular, devem ser esses elementos mais gerais a serem introduzidos em primeiro lugar, sendo o conceito progressivamente diferenciado em termos de detalhe e especificidade.⁵

O processo de aprendizagem e o seu produto (significado aprendido), por implicarem atribuição pessoal de significado para as ideias que são percebidas, processadas e representadas mentalmente, têm um caráter idiossincrático que, por sua vez, determinará o modo como o indivíduo se relacionará com o meio. Desse modo, quanto mais estável e organizada for a estrutura cognitiva do indivíduo, maior a sua possibilidade de perceber novas informações, realizar novas aprendizagens e de agir com autonomia na sua realidade.^{4,6,8}

O ensino de ciências deve não só responder às necessidades sociais, para possibilitar melhores condições de vida para a população que vive em condições de pobreza extrema, como também dar conhecimento dos progressos científicos para

serem utilizados pela cidadania.⁹ Os resultados decorrentes da atividade científica ainda são pouco acessados pela maioria das pessoas escolarizadas e, por isso, passíveis de uso e compreensão acríticos e ingênuos, reforçando a necessidade de um ensino que possibilite aos estudantes incorporarem no seu universo a ciência como cultura.^{3,8,9}

A alfabetização científica pode ser considerada como uma das dimensões para potencializar alternativas que privilegiam uma educação mais comprometida. A ciência pode ser entendida como uma linguagem construída pelos homens e pelas mulheres para explicar o nosso mundo natural. Assim, ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza.⁸

O ensino de ciências praticado nas escolas, de modo geral, tem sido descontextualizado, utilizando-se de uma linguagem hermética, contribuindo para a construção de outro mundo – o mundo das ciências – que tem suas próprias palavras para explicá-lo, distinto do mundo em que vivemos, dos acontecimentos cotidianos e da linguagem coloquial. Dessa maneira, ao invés de contribuir para ampliar as possibilidades de acesso à ciência, a escola acaba mais escondendo do que ensinando novas possibilidades de entender o mundo.^{2,8}

As ações educacionais devem promover o desenvolvimento do pensamento lógico e dos valores sociais:

Parece que se fará alfabetização científica quando o ensino da ciência, em qualquer nível (...), contribuir para compreensão de conhecimentos, procedimentos e valores, que permitam aos estudantes tomar decisões e perceber tanto as muitas utilidades da ciência e suas aplicações na melhora da qualidade de vida, quanto as limitações e consequências negativas de seu desenvolvimento.⁸

Dessa forma, entender a ciência também pode contribuir para controlar e prever as transformações que ocorrem na natureza. Assim, teremos condições de fazer com que essas transformações sejam propostas, para que conduzam a uma melhor qualidade de vida. No contexto do exercício da cidadania é necessário contribuir com a educação científica para que se preste mais atenção ao entendimento dos problemas que afetam a sociedade e à busca de possíveis soluções.^{3,8,9}

Mortimer et al. (2000) consideram que o conhecimento químico constitui-se por meio de três aspectos: fenomenológico, teórico e representacional. O aspecto

fenomenológico refere-se aos fenômenos de interesse da química, tanto concretos e visíveis, como mudança de estado físico, como aqueles que temos acesso apenas indiretamente, como as interações radiação-matéria que não provocam um efeito visível, mas que podem ser detectadas na espectroscopia. O aspecto teórico refere-se às informações de natureza atômico-molecular, envolvendo, portanto, explicações baseadas em modelos abstratos e que incluem entidades não diretamente perceptíveis, como átomos e moléculas. Já o aspecto representacional consiste nas informações inerentes à linguagem química, como fórmulas e equações químicas, representações dos modelos, gráficos e equações matemáticas.¹⁰

Esses mesmos autores verificaram que a maioria dos currículos tradicionais e dos livros didáticos enfatiza o aspecto representacional, em detrimento dos outros dois. Porém, a produção de conhecimento em química resulta sempre de uma dialética entre teoria e experimento, pensamento e realidade. Ainda que o aluno não conheça a teoria científica necessária para interpretar determinado fenômeno ou resultado experimental, ele o fará com suas próprias teorias implícitas, suas ideias de senso comum, pois todo processo de compreensão é ativo.¹⁰

Para que a interpretação do fenômeno ou resultado experimental faça sentido para o aluno, é desejável manter essa tensão entre teoria e experimento, percorrendo constantemente o caminho de ida e volta entre os dois aspectos. O aspecto representacional também resulta dessa tensão, fornecendo as ferramentas simbólicas para representar a compreensão resultante desses processos de idas e vindas entre teoria e experimento.¹⁰

Dessa forma, a aproximação do estudante com as ciências através da visualização dos fenômenos na utilização de experimentos e manipulação de materiais deve ser conduzida com margem a discussão e interpretação dos resultados obtidos:

Na aprendizagem de Ciências Naturais, as atividades experimentais devem ser garantidas de maneira a evitar que relação teoria-prática seja transformada numa dicotomia. As experiências despertam em geral um grande interesse nos alunos, além de propiciar uma situação de investigação. Quando planejadas levando em conta estes fatores, elas constituem momentos particularmente ricos no processo de ensino-aprendizagem.¹¹

A apresentação da Ciência como método infalível, individualista, enraizada em concepções positivistas e empíricas, pode gerar nos estudantes visões

distorcidas sobre o que é a investigação científica e o trabalho dos pesquisadores, distanciando os estudantes do processo de construção e da evolução dos conhecimentos científicos.¹²

Ainda de acordo com Delizoicov e Angotti: “Desta forma, o professor será um orientador crítico da aprendizagem, distanciando-se de uma postura autoritária e dogmática no ensino e possibilitando que os estudantes venham a ter uma visão mais adequada do trabalho em Ciências.”¹¹

Com a finalidade de aproximar os estudantes do trabalho em Ciências e agregar valor social às suas concepções, foi criado o Projeto de Extensão Laboratórios Abertos, onde são realizadas atividades laboratoriais pelos estudantes com auxílio de alunos de graduação e professores vinculados à UFRGS, promovendo um acolhimento em um ambiente acadêmico geralmente restrito ao corpo docente e discente, trazendo avanços para a cidadania e a educação popular.

4 METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado durante o acompanhando de algumas das etapas do Projeto de Extensão Laboratórios Abertos, envolvendo estudantes que estão no último ano ou já concluíram o Ensino Médio, integrantes do Projeto Educacional Alternativa Cidadã (PEAC), que retornaram ou continuaram seus estudos visando ao futuro ingresso no Ensino Superior.

O PEAC é um projeto educacional de extensão, também vinculado à UFRGS (código 27889/2015), onde são oferecidas aulas presenciais com foco nos processos de ingresso ao ensino superior e formação de cidadãos mais críticos. É um projeto de educação popular voltado à comunidade e sua principal atuação é o curso pré-vestibular. A origem do PEAC esteve vinculada à alta demanda do pré-vestibular Zumbi dos Palmares que, por sua vez, tem sua origem no Rio Grande do Sul em 1995, vinculado ao movimento negro. Inspirou-se nos exemplos dos Projetos Steve Biko da Bahia e do Pré-vestibular para Negros e Carentes (PVNC) do Rio de Janeiro, ambos fundados em 1992, mantendo o mesmo espírito do projeto original. O PEAC está em atividade desde o ano 2000, e mesmo não estando sempre oficializado como projeto de extensão, nunca sofreu interrupções.¹³

Para ingressar no PEAC como aluno, o candidato deve passar por um processo de seleção no qual precisa estar dentro do perfil de aluno do projeto. Para isso, é necessário o preenchimento do Formulário de Inscrição e entrega da documentação comprobatória das informações declaradas, que serão analisadas conforme uma tabela de avaliação socioeconômica, na qual o candidato receberá nota total de 1 (um) a 36 (trinta e seis) pontos.¹³

Atualmente, o PEAC possui quatro turmas que se preparam para o vestibular com cerca de 70 estudantes cada e 80 professores lecionando voluntariamente, todos estudantes da graduação, pós-graduação ou professores da UFRGS.¹³

A desmotivação e as dificuldades no estudo de ciências demonstradas pelos estudantes do PEAC percebidas pelos professores voluntários de química e física impulsionou a criação do Projeto Laboratórios Abertos, no qual esses professores atuam como coordenadores. Conforme exposto pelos coordenadores do projeto:

Com o crescimento econômico brasileiro na última década criou-se gargalos na área de infraestrutura, ciência e tecnologia que exigem profissionais da área de ciências exatas, ainda em número insuficiente. A dificuldade de acesso dos estudantes a laboratórios, onde possam perceber como se aplicam seus conhecimentos adquiridos em sala de aula, é um dos fatores que contribuem para o baixo desempenho da educação brasileira em ciências. Por isso, propomos aproximar a universidade e a população empregando as potencialidades dos laboratórios de ensino do Instituto de Física e do Instituto de Química da UFRGS para ministrar aulas práticas de Física e de Química para alunos de baixa renda vinculados ao PEAC, como um meio de despertar vocações de jovens para áreas estratégicas do país. Ao mesmo tempo, fomenta-se a inclusão social desses estudantes através do estímulo ao estudo de ciências, resultando em maior probabilidade de acesso formal à universidade e escolha de carreiras altamente promissoras, subvertendo o *status quo* de que certas profissões seriam exclusivas da camada historicamente mais favorecida da população brasileira. Com esse projeto, espera-se despertar o interesse dos jovens pelas ciências exatas e trazer avanços importantes para a cidadania e a educação popular, os quais são elementos que constituem a espinha dorsal no processo de construção de um país mais próspero, justo e igualitário.¹⁴

Assim, os estudantes do Projeto Laboratórios Abertos participam de aulas práticas de química e física nas dependências da Universidade com monitores voluntários. Na área da química atuam 13 monitores que pertencem aos cursos de química (industrial, bacharelado e licenciatura), engenharia química e engenharia hídrica da UFRGS, além de um servidor técnico.

O Projeto Laboratórios Abertos tem capacidade de acolher um número máximo de 17 alunos por turma, sendo possível formar 4 turmas. Na aula inaugural do PEAC é cedido um espaço para a divulgação do Projeto Laboratórios Abertos. Os estudantes interessados se inscrevem, e é agendada uma entrevista com os interessados.

No primeiro encontro do Projeto Laboratórios Abertos os estudantes são separados nas turmas, é realizado um treinamento básico de segurança em laboratório e é solicitada a participação nas respostas de um questionário aberto inicial. O transcorrer do Projeto consiste em sete encontros com aulas experimentais e é mantida comunicação com os estudantes e divulgação das atividades em página virtual via rede social. No encerramento anual do Projeto, os estudantes respondem a um questionário final aberto que serve de subsídio para avaliação contínua do Projeto e preparação para o ano seguinte.

A atuação na observação das aulas propostas durante o Projeto em conjunto com a aplicação de entrevistas e questionários foram as principais fontes de dados dessa pesquisa, sendo observadas e registradas no diário de campo as indagações, conclusões e relações feitas pelos estudantes antes e após a participação nas aulas experimentais.

O foco dessa pesquisa está na compreensão do processo de construção do conhecimento sobre os conceitos abordados e se há alteração nas percepções sociais dos estudantes.

4.1 COLETA DE DADOS

A pesquisa qualitativa é altamente contextual, sendo coletada em um contexto natural e vai além de um simples instantâneo ou de uma seção transversal de eventos, podendo mostrar como e por que as coisas acontecem, incorporando também as próprias motivações, emoções e preconceitos das pessoas, bem como incidentes de cooperação e conflito interpessoal.¹⁵

Foram realizados estudos de campo entrando no contexto selecionado para coletar dados, utilizando-se de observações e entrevistas. Os dados oriundos de observações são basicamente descritivos de contextos, pessoas, eventos e dos sentidos que os participantes lhes atribuem. Os Termos de Consentimento assinados pelos estudantes no início do Projeto encontram-se no Apêndice A. A observação foi realizada de forma aberta, com o conhecimento de quem está sendo observado. Para tanto, na aula precedente às aulas observadas foi realizado o primeiro contato com o grupo de estudantes e monitores, com finalidade exploratória. Nesse sentido foi possível identificar os grupos formados e familiarizar-se com a população em estudo.

Devido ao envolvimento ativo da pesquisadora no decorrer das aulas experimentais e a separação física do grupo estudado em dois grupos menores para realização das atividades práticas no interior do laboratório, as observações registradas trazem excertos dos episódios principais vivenciados.

Todos os estudantes participantes do projeto Laboratórios Abertos foram convidados a participar das entrevistas. Conforme os grupos terminavam os experimentos eram convidados a participar da entrevista, sendo selecionados de

forma aleatória e na medida em que se sentiam a vontade para participar. Assim, cada estudante foi entrevistado apenas uma vez sobre uma única aula e sobre o projeto. Os estudantes entrevistados já haviam concluído o Ensino Médio.

As entrevistas semiestruturadas possibilitam o uso de perguntas de aprofundamento diante de respostas confusas ou incompletas. Foi realizada a gravação em áudio das entrevistas e posterior transcrição para análise. A elaboração das entrevistas dialogadas levou em consideração a necessidade de compreender os benefícios percebidos pelos participantes em relação ao caráter social da proposta e o seu grau de compreensão em relação à concepção dos conceitos científicos na interpretação da sua realidade.

A estrutura das entrevistas seguiu uma divisão em dois grupos de perguntas, apresentados no Apêndice B. O primeiro grupo de perguntas continha indagações e reflexões específicas sobre uma das três aulas sob investigação. Como enfoque para este trabalho foram observadas e discutidas com os estudantes três aulas: Equilíbrio e Cinética Química; Eletroquímica e Tópicos de Química Orgânica. O roteiro dessas aulas contido no manual do estudante consta no Anexo A.¹⁵ O segundo grupo de perguntas – relacionado ao projeto – era repetido em todas as entrevistas, como forma de obter um panorama geral da percepção do estudante sobre o projeto.

A distribuição das entrevistas para coleta de dados para o primeiro grupo de perguntas foi realizada de acordo com o andamento das práticas de laboratório e disponibilidade dos estudantes. Dessa forma, cada entrevistado foi questionado acerca dos dois grupos de perguntas, totalizando 7 entrevistados com relação à prática de Equilíbrio e Cinética Química; 8 entrevistados com relação à prática de Eletroquímica e 6 entrevistados com relação à prática de Química Orgânica. Assim, para o segundo grupo de perguntas somaram-se 21 entrevistados.

4.1.1 Estruturação das Entrevistas

Conforme exposto, as entrevistas foram estruturadas em dois grupos de perguntas. O primeiro grupo de perguntas foi elaborado observando as maiores dificuldades e barreiras epistemológicas dos estudantes na compreensão dos conceitos abordados, conforme descritas na literatura. O segundo grupo de

perguntas buscou identificar a proximidade dos estudantes com o projeto e a Universidade, a inserção deles no ambiente científico, além de buscar identificar percepções de inclusão social pelos estudantes.

Discussões sobre as concepções dos estudantes em relação aos conceitos químicos têm se mostrado importantes como material de referência para a reflexão de professores de química e ciências, não só porque oferecem pistas sobre o pensamento dos estudantes, mas também porque possibilitam a oportunidade de (auto)rever o que os professores pensam e fazem nas salas de aula.¹⁶

Os conceitos abordados na prática de Equilíbrio e Cinética envolviam: reações reversíveis e irreversíveis, princípio de Le Chatelier, fatores que influenciam a cinética de uma reação.

Descrevem-se na literatura algumas dificuldades de compreensão desses conceitos, tais como:

- deficiências na compreensão da dinamicidade do equilíbrio químico¹⁷⁻¹⁹
- estado de equilíbrio químico relacionado à ausência de alterações macroscópicas no sistema^{16,18}
- concepção de que a reação não acontece mais¹⁶
- possibilidade de ação em apenas “um lado” da reação, ou seja, a perturbação sobre o sistema atingiria apenas parte dele²⁰

Na prática de Eletroquímica, foram abordados os conceitos de: oxidação e redução, reações espontâneas e potencial eletroquímico, bem como células galvânicas. Silva e Cintra²¹ fazem um apanhado das dificuldades que têm sido enfrentadas no ensino e aprendizagem das reações redox, podendo estar associadas a problemas como:

- complexidade envolvendo o conceito de número de oxidação
- dificuldade em identificar os agentes oxidante e redutor
- terminologia utilizada pelo professor
- confusão entre as transformações químicas com mudanças de estado físico

A abordagem na prática de Tópicos de Química Orgânica estudou questões referentes a: grupos funcionais orgânicos, reações orgânicas e polímeros. Souza e Silva²² identificaram quatro concepções alternativas:

- a química orgânica vitalista (orgânico é o que têm vida)
- os compostos orgânicos não são compostos químicos
- se sofrerem reações, os compostos orgânicos deixarão de ser orgânicos
- todos os compostos que contêm carbono são orgânicos

Levando em consideração as dificuldades apontadas e o procedimento experimental proposto, foram estruturadas as entrevistas conforme apresentadas o Apêndice B.

4.2 ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA

A pesquisa qualitativa pretende aprofundar a compreensão dos fenômenos que investiga a partir de uma análise rigorosa e criteriosa desse tipo de informação, isto é, não pretende testar hipóteses para comprová-las ou refutá-las ao final da pesquisa, a intenção principal é a compreensão.²³ Moraes estabelece um processo para a realização da análise textual discursiva:

[...] a análise textual qualitativa pode ser compreendida como um processo auto-organizado de construção de compreensão em que novos entendimentos emergem de uma sequência recursiva de três componentes: desconstrução dos textos do corpus, a unitarização; estabelecimento de relações entre os elementos unitários, a categorização; o captar do novo emergente em que a nova compreensão é comunicada e validada.²³

A análise das entrevistas foi realizada com base na análise textual discursiva explorando a compreensão do processo de ensino estabelecido no Projeto através da organização da análise, da codificação dos resultados e de categorizações e inferências.

As entrevistas buscaram identificar evoluções na aprendizagem dos estudantes, identificado pelo nível de significação dessa aprendizagem segundo a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, sendo os estudantes dotados de conhecimentos prévios em diversos níveis, de acordo com o ensino médio que tiveram e suas experiências de vida.^{4,5,23-25}

O discurso e as representações utilizadas pelos estudantes em suas respostas a perguntas abertas serão analisados para observar a evolução da sua

linguagem científica. A ampliação do conhecimento científico é valiosa na promoção da inclusão social, para que a ciência se torne facilitadora da sua participação no mundo, para nele intervir de modo consciente e responsável, além de contribuir para o controle e entendimento das transformações que envolvem o cotidiano.^{1,3,8,25}

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As aulas observadas podem ser divididas em três momentos: discussão inicial teórica sobre os conceitos que serão abordados na prática; realização dos experimentos e discussão da prática realizada. Os dois últimos momentos são realizados ao final de cada experimento, ocorrendo a intervenção dos monitores para reflexão em conjunto sobre o que foi observado, os quais geralmente realizam questionamentos aos estudantes para verificar e estimular reflexões e a formulação de hipóteses.

As entrevistas foram transcritas e decompostas primeiramente pelos dois grupos de perguntas realizadas para cada estudante. Dessa forma, foram analisadas as falas das entrevistas realizadas após a execução das práticas. Os roteiros das práticas utilizados pelos estudantes constam no Manual do Estudante, conforme Anexo A.¹⁴

As informações da realidade do estudante por meio da categorização das respostas esboçam um panorama geral de contribuições do Projeto Laboratórios Abertos para os estudantes de nível médio participantes desta atividade de extensão.

Os resultados desse trabalho serão apresentados em quatro itens. Os três primeiros itens correspondem às aulas práticas propostas, seguindo em subitens os experimentos relacionados a estas. Nesses três primeiros itens, a aula teórica inicial é relatada antes dos experimentos, conforme a ordem temporal do trabalho realizado em aula, trazendo as principais observações desse momento. Nos respectivos subitens, os experimentos são brevemente discutidos quanto à forma como ocorreram e os resultados das entrevistas relacionadas a essas práticas também é trazido. O último item traz os resultados obtidos pela segunda parte das entrevistas, onde eram feitas perguntas gerais sobre o Projeto.

5.1 EXPERIMENTOS SOBRE EQUILÍBRIO E CINÉTICA QUÍMICA

Durante a discussão inicial sobre os conceitos de cinética química, na verificação dos fatores que influenciam a velocidade das reações, como a

concentração dos reagentes, alguns conceitos prévios dos estudantes revelaram conflitos. A não diferenciação entre quantidade e concentração de um reagente, ainda é uma dificuldade de compreensão entre os estudantes. Parte deles demonstrou entendimento de que se aumentar o volume de uma solução que contém um dos reagentes, necessariamente estará aumentando a quantidade do mesmo, independentemente da concentração. Um exemplo trazido pelo monitor ilustra esse aspecto:

Monitor: “Se colocarmos 10 g de vitamina C em 50 mL de água e 10 g de vitamina C em 100 mL de água, quem reage mais rápido?”

Estudante 1: “Com 100 mL de água, porque tem mais reagente.”

Monitor: “Mas a água não é reagente.”

Estudante 2: “Vai ser igual porque tem a mesma quantidade de reagente.”

Monitor: “Mas a concentração é a mesma?”

Estudante 2: “Acho que sim, porque a quantidade de reagente é a mesma.”

Monitor: “Não, a concentração é dada por $C=m/V$, então se o volume é diferente, a concentração é diferente.”

Estudante 3: “Mas como vai ser diferente, se tem a mesma quantidade de reagente, a concentração não pode ser diferente. A concentração não é o quanto de reagente que coloquei?”

Nas discussões sobre deslocamento de reações reversíveis, alguns termos foram utilizados de forma inadequada, tais como “empurrar e puxar a reação”. No momento de discussão sobre os conceitos de cinética química que seriam observados na parte prática, o sal de cozinha foi utilizado como exemplo de catalisador para a formação de ferrugem a partir do questionamento: “Se tenho um prego em água e outro em água com sal, qual enferruja mais rápido?” Em uma das respostas, o papel do sal foi entendido como conservante, logo iria “conservar” o ferro, não permitindo que ocorresse a ferrugem. Então o professor citou o exemplo da maresia da praia, que acelera a ferrugem, com fácil aceitação para explicação do fenômeno. É interessante destacar que nesses exemplos estão sendo tratadas reações químicas muito distintas: reação para o apodrecimento de alimentos e reação para a corrosão de metais. Pode-se, ainda, dizer que a primeira é de caráter orgânico e a segunda, inorgânico. A explicação dada foi suficiente, naquele momento, para explicar como o sal pode ser um catalisador na oxidação do ferro,

mas permanece, entre esses estudantes, a dúvida sobre como se dá a conservação de alimentos.

Foram propostos três experimentos para investigação de equilíbrio e cinética química: 'Deslocando o equilíbrio de uma reação reversível'; 'Uma ampulheta química' e 'O efeito da temperatura e da concentração na cinética química'

5.1.1 Deslocando o equilíbrio de uma reação reversível

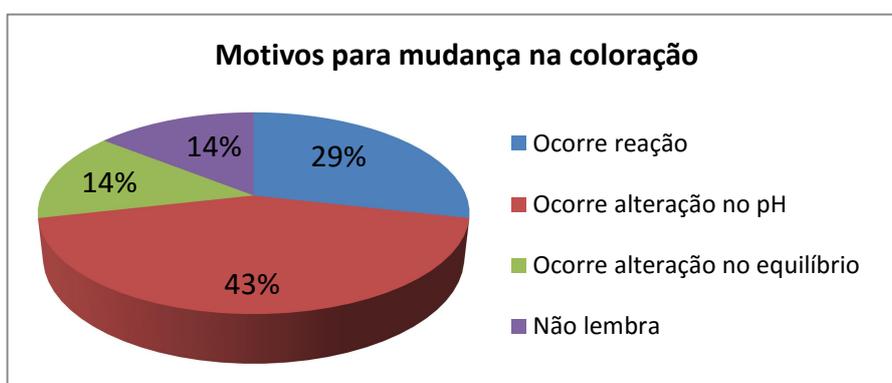
Por meio da diferença de cor do íon cromato (amarelo) e dicromato (laranja), é possível observar o deslocamento do equilíbrio químico relativo à equação química:



São adicionadas gotas de ácido clorídrico (HCl 1,0 mol/L) e hidróxido de sódio (NaOH 1,0 mol/L) para provocar o deslocamento da reação reversível.

O princípio de Le Chatelier estabelece que qualquer alteração em uma (ou mais) das concentrações das espécies envolvidas no equilíbrio, provocará uma reação do sistema de maneira a restabelecer o equilíbrio. Isso ocorre com a minimização da alteração provocada por meio de deslocamento do equilíbrio no sentido dos reagentes ou dos produtos. As duas primeiras perguntas da entrevista buscaram entender as relações estabelecidas pelos estudantes para a mudança de coloração. Através da análise das respostas fornecidas, a mudança na coloração da solução pode ser atribuída a três motivos, conforme o gráfico da figura 1.

Figura 1 – Distribuição das percepções dos estudantes sobre o fenômeno observado na prática de equilíbrio químico.



Fonte: A autora

A explicação de que a base é adicionada para consumir o ácido não foi suficiente para que os estudantes visualizassem esse efeito, dado que a maior parte atribuiu a mudança de coloração devido principalmente à mudança de pH, sem preocupar-se com a reação reversível que estava acontecendo. Provavelmente essa atribuição seja devida a uma das primeiras práticas que eles realizaram, com indicadores de pH, como foi apontado na entrevista, ao serem questionados sobre a mudança na coloração:

Por causa do pH. Pra neutralizar o pH. Normalmente o ácido é abaixo do 7 e quanto mais longe mais ácido, e a base o contrário. O ácido faz uma base conjugada e a base faz um ácido conjugado. (Estudante 4).

Eles se neutralizaram. Eu lembro que básico é abaixo de 7 e ácido é acima de 7. Eu lembro que a estrutura da base ou do ácido termina com OH e a outra com H, só não lembro quem é quem. (Estudante 5)

Outro motivo levantado pelos estudantes foi acerca da ocorrência de reação química, mas sem levar em consideração a ocorrência do equilíbrio químico:

A mudança da coloração eu acredito que seja a reação entre os dois reagentes, que foi o cromato de potássio e o ácido clorídrico, daí eles juntos faziam uma reação entre eles e mudava a cor. (Estudante 6)

O fato da mudança de coloração não estar sendo associada ao deslocamento do equilíbrio químico aponta a necessidade de prolongamento das discussões no decorrer da prática experimental para a observação mais apurada do experimento realizado. Deve ser levado em consideração que foram propostos três experimentos para esse encontro, o que pode ter contribuído para que os monitores conduzissem de forma mais rápida o primeiro experimento e não se detivessem nos detalhes de relacionar o experimento com a teoria discutida previamente.

A influência de práticas anteriores na generalização de explicações dos fenômenos observados, como a mudança de cor, também deve ser motivo de atenção para as próximas aplicações da prática de equilíbrio químico proposta.

Apesar da dificuldade em descrever o fenômeno observado como um deslocamento de uma reação reversível, a conceituação da dinamicidade do equilíbrio químico, abordada nas perguntas 3 e 4, foi considerada satisfatória em 57% das respostas:

Quando elas entram em equilíbrio elas ficam todas na mesma velocidade, elas continuam acontecendo, mas com a mesma velocidade que se cria os reagentes, se cria os produtos. (Estudante 6)

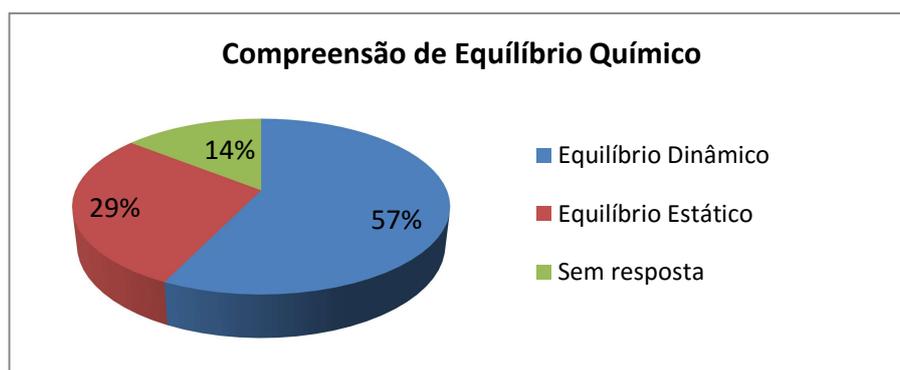
Ainda está acontecendo, só que não em grande escala né. Ela está em equilíbrio só que ela está em movimento constante. Ela ainda está em reação, só que a reação dela, ela continua em equilíbrio, a cor, tudo, só que a gente não vê nada. (Estudante 7)

Ainda assim, alguns estudantes permaneceram com um conceito estático de equilíbrio químico:

Mas se ela está em equilíbrio ela parou! (Estudante 5)

As percepções finais estão expressas no gráfico da figura 2.

Figura 2 – Distribuição da compreensão dos estudantes sobre a dinamicidade do equilíbrio químico.

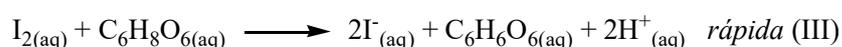
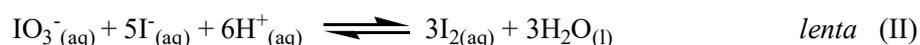
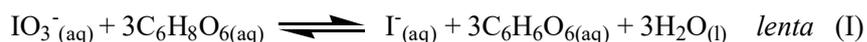


Fonte: A autora.

Os professores e monitores preocuparam-se em abordar mais de uma vez o conceito de equilíbrio dinâmico, frisando que a reação continua a acontecer e que ainda estão acontecendo interações moleculares, resultando na contribuição satisfatória para o entendimento do equilíbrio químico, apontada anteriormente por 57% dos entrevistados. Assim, a compreensão satisfatória da dinamicidade do equilíbrio químico contribui para superar essa barreira, já relatada na literatura (Soares, Okumura e Cavalheiro¹⁷, Maia, et. al¹⁸, Milagres e Justi¹⁹) como uma das maiores dificuldades dentre as encontradas pelos professores ao tratar de equilíbrio químico.

5.1.2 Uma ampulheta química

Neste experimento, é verificada a velocidade de um sistema de reações em série, conforme as reações abaixo, onde a última reação corresponde a um processo irreversível. É discutido o efeito das etapas lentas fazendo-se analogia com a constrição da ampulheta na passagem da areia, determinando o tempo global de reação.



As perguntas 6 e 7 buscaram compreender as relações estabelecidas pelos estudantes para esse experimento. Apenas um dos alunos entrevistados entendeu que as reações eram sequenciais e que a etapa mais lenta determinava a velocidade da reação, mas não soube dizer qual das etapas era a mais lenta:

Isso é uma coisa que eu fiquei na dúvida de perguntar, porque eram duas lentas, e eu fiquei de perguntar qual das lentas teria mais influência. Porque a lenta que determina a velocidade da reação. A última reação não é reversível, pelo que está escrito na apostila. Eu acredito que seja a primeira porque é onde começa, acredito que seja isso. (Estudante 6)

Os demais entrevistados não sabiam explicar ou respondiam aleatoriamente qualquer uma das reações e ainda dois entrevistados entenderam que as três reações foram realizadas separadamente:

A última. Porque, eu não lembro o nome desse aqui [iodeto], e daí ela ficava mais rápida que as outras que a gente fez antes. (Estudante 7)

Acho que a primeira. Porque é a única que tu não aqueceu nem esfriou, ela estava na temperatura ambiente, as outras não. (Estudante 9)

Ou seja, essa prática parece não ter sido discutida suficientemente, uma vez que a maior parte dos entrevistados (86%) não demonstrou entendimento mínimo sobre o que estava sendo realizado, reduzindo o experimento proposto a uma simples receita. As reações apresentadas na apostila poderiam ser mais discutidas

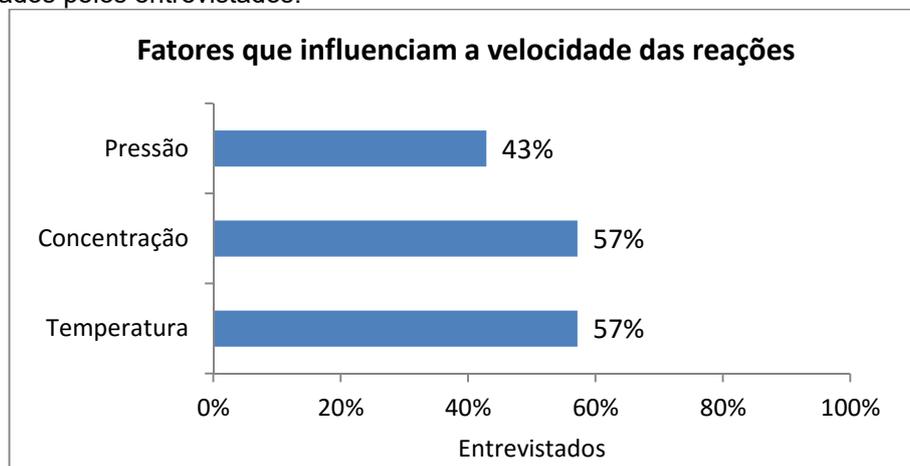
no decorrer da prática, e instigações junto aos estudantes para que eles explicassem o que estava acontecendo poderiam contribuir para a verificação do reconhecimento químico dos procedimentos executados.

5.1.3 O efeito da temperatura e da concentração na cinética química

Com a utilização do mesmo sistema de reações apresentado em 5.1.2, foram alteradas as concentrações dos reagentes e determinado seu efeito na velocidade da reação. O mesmo sistema de reações também é novamente realizado, submetendo-se a aquecimento e resfriamento.

Todos os entrevistados citaram pelo menos um dos fatores que influenciam a velocidade das reações, apresentados na figura 3. Apesar do efeito de mudança de pressão não ser observado na prática, esse fator foi citado por 43% dos entrevistados, induzindo a concluir que os exemplos citados na discussão prévia estavam bastante associados com o cotidiano desses estudantes, dado que os mesmos foram lembrados com facilidade na pergunta 8 da entrevista.

Figura 3 – Distribuição da frequência com que os fatores que influenciam na velocidade das reações foram citados pelos entrevistados.



Fonte: A autora

Na pergunta 8, 72% dos entrevistados conseguiram citar exemplos cotidianos de forma suficiente para exemplificar um ou mais dos fatores que influenciam na velocidade das reações:

*Na cozinha, com a panela de pressão quando cozinho feijão.
(Estudante 5)*

Por exemplo, o pão, que tu coloca na geladeira para durar mais tempo ou no caso passou o prazo de validade, pra ele não embolorar mais rápido. Então esse já é um fator que determina a velocidade da reação, no caso da criação de bolor no pão, com a temperatura: quanto mais frio, mais lento o bolor vai se formar. E até o contrário, se estivesse fora, mais calor à temperatura ambiente, se formaria mais rápido. (Estudante 6)

Seria tu colocar uma panela no fogo. Aí tu vai ter mais energia porque evidentemente que com o fogo ali as moléculas vão se agitar e a panela vai sofrer ebulição. A velocidade é mais rápida, porque as moléculas se agitam mais. (Estudante 8)

Assim, pode ser atribuído certo grau de significação adquirido com esta prática experimental.

5.2 EXPERIMENTOS SOBRE ELETROQUÍMICA

A discussão prévia sobre eletroquímica envolveu uma revisão bastante densa sobre a determinação do número de oxidação e balanceamento de reações de oxirredução, finalizada com funcionamento de células galvânicas. Os estudantes estavam divididos em dois grupos. Em um grupo, a discussão era assistida por apresentação de slides, e, no outro grupo, foi realizada utilizando-se o quadro da sala de aula.

Pelos questionamentos dos estudantes na discussão prévia dos conceitos, foi perceptível a existência de algumas lacunas graves na interpretação de equações químicas. A simbologia para indicar número de oxidação, índice atômico e quantidade molar foi várias vezes confundida pelos estudantes, como se qualquer número representasse quantidade daquele átomo. Foi possível observar também a falta de correlação com a conservação da massa refletida na equação química. Assim, a leitura da linguagem química que representa uma reação foi discutida primeiramente.

Comparativamente, na discussão sem o auxílio de projeção de slides o monitor dispendeu mais tempo para apresentar o tema, tendo que se virar de costas para escrever no quadro e os alunos se dispersaram bastante. Na discussão com projeção os alunos ficam mais atentos, aparentemente o recurso visual desperta maior curiosidade, como se prendesse mais a atenção.

Além disso, na discussão sem projeção a aula se tornou cansativa devido a exemplos trazidos sem preparação prévia pelo monitor, o que gerou confusão no entendimento dos estudantes. O principal ponto negativo observado na aula sem projeção aparentou ser decorrente de pouco planejamento do monitor. Por não ter os exemplos corretamente descritos e revisados, faltou embasamento teórico para os exemplos trazidos, afetando a clareza nas explicações.

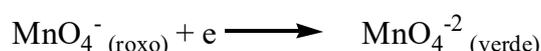
O alicerce para uma aula de qualidade está no planejamento de todas as atividades que serão desenvolvidas. Assim, o plano de aula é um instrumento essencial para a elaboração da metodologia conforme o objetivo a ser alcançado. O fato de a discussão inicial ser seguida pelos experimentos pode fazer com que, em alguns casos, não seja dada devida relevância para essa discussão inicial, que é tão importante quanto a execução do experimento. Sem planejamento estruturado, o ministrante não conseguiu seguir uma linha clara de raciocínio e percebeu-se ausência de um objetivo específico relacionado ao experimento. A ansiedade de trazer grande quantidade de informações em um curto intervalo de tempo evidenciou a falta de planejamento, refletindo em desorganização e reduzindo a qualidade dessa discussão prévia.

Foram propostos dois experimentos. O primeiro foi realizado a fim de observar as etapas de uma reação de redução e o segundo tratou da construção de uma célula galvânica.

5.2.1 Uma reação camaleônica

Nesse experimento uma solução de sacarose (açúcar) e hidróxido de sódio foi adicionada a uma solução diluída de permanganato de potássio, com a finalidade de visualizar a redução do manganês.

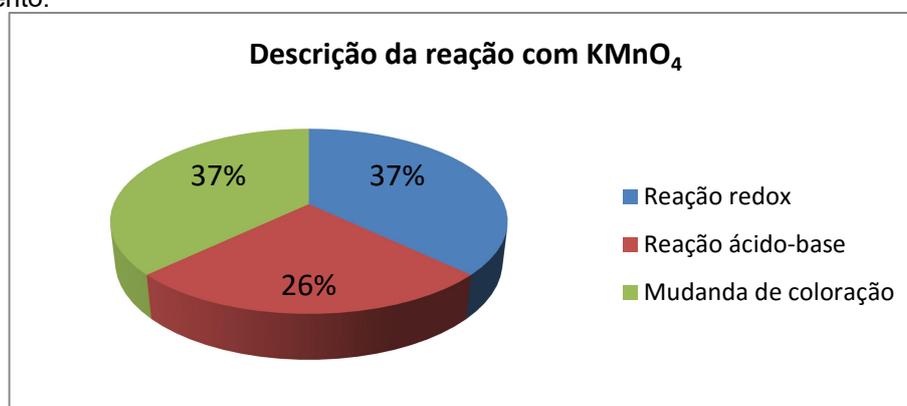
Com esse experimento foi possível observar a redução do manganês em duas etapas distintas. A observação é viável porque o manganês possui coloração característica em cada um de seus estados de oxidação, conforme pode ser observado nas semirreações abaixo:



Então, com o passar do tempo, a solução inicialmente roxa tornou-se verde, e aguardando mais um tempo tornou-se marrom. O açúcar desempenha o papel de agente redutor, sendo oxidado pelo permanganato. A grande vantagem desse experimento pode ser considerada a visualização de uma reação em etapas, devido a sua cinética – podendo ser realizada uma conexão interessante com o experimento relatado no item 5.1.2, mas essa relação não foi retomada no decorrer da execução do experimento.

A figura 4 mostra as respostas dos alunos à pergunta 1, sobre o que foi percebido no experimento proposto.

Figura 4 – Descrições dos estudantes para o que aconteceu com o permanganato de potássio no experimento.



Fonte: A autora

A descrição do experimento para 37% dos estudantes como uma simples mudança de coloração, sem conseguir sequer citar o conceito químico, indica séria limitação em relacionar o experimento observado com a teoria discutida anteriormente. Também pôde ser observado na análise das entrevistas que a atribuição de mudança de coloração relacionada diretamente com reação ácido base ainda está presente, como foi citado por outros estudantes com relação à prática de equilíbrio químico, descrita em 5.1.1, onde 43% dos estudantes fizeram essa relação. Então, adicionalmente à descrição do experimento por mudança de coloração, somam-se outros 26% que relacionaram a observação experimental com reação ácido/base, totalizando 63% dos estudantes entrevistados que não demonstraram melhoria na aprendizagem com a realização do experimento. Dessa forma, verifica-se que a percepção da ocorrência de uma reação química pela observação de mudança de coloração ainda estava ancorada nos primeiros

organizadores prévios estabelecidos nos experimentos anteriores. Assim, não pôde ser evidenciada modificação do subsunçor que o tornasse mais amplo frente aos novos experimentos realizados, sem evolução do conhecimento inicial.

No decorrer das demais perguntas da entrevista esses estudantes (63%) também não conseguiram explicar qualquer conceito de eletroquímica de forma satisfatória. Dentre esses estudantes que não conseguiram explicar os conceitos eletroquímicos, 80% utilizaram como explicação para o que é oxidação a formação de ferrugem, mas sem conseguir explicar por que ela ocorre, ou seja, a percepção prévia de que ocorre ferrugem permaneceu no mesmo estado inicial, sem melhoria de aprendizagem, tendo apenas seu reconhecimento em uma aula de química, mas sem entender o que ocorre quimicamente, como pode ser observado nas falas referentes à pergunta 2:

Oxidação é quando ela pega algum tipo de umidade, ela vai oxidar, criar aquela ferrugem, foi o que entendi. E a redução, bem, a oxidação precisa do ar e a outra não precisa. Não lembro, mas acho que ocorrem separadas. (Estudante 10)

Eu lembro que a oxidação é tipo quando o ferro entra em contato com o oxigênio e oxida, e a redução seria o contrário. Porque acontece não sei. Pode acontecer separada. (Estudante 11)

Conforme a teoria de Ausubel, para uma aprendizagem significativa é necessária a construção de subsunçores que irão conectar o que o estudante já conhece com o que precisa conhecer.^{1,4} A estruturação lógica de interação com o conhecimento prévio dos estudantes para o entendimento da ocorrência de ferrugem, já referenciado na aula anterior, conforme descrição em 5.1, não foi estabelecida para iniciar o processo de construção dos subsunçores necessários.

A falta de organização clara dos conceitos na discussão inicial pode ter contribuído também para a disposição da aprendizagem dos estudantes, afetando a relação hierárquica dos novos conceitos trazidos com os conhecimentos prévios. Somadas às observações realizadas nas discussões prévias, percebe-se que para muitos estudantes esse era um assunto totalmente novo, tendo em vista que nas aulas do PEAC esses conceitos ainda não tinham sido abordados.

Considerando essas condições iniciais, seria mais prudente ter-se reduzido o tempo despendido nas explicações de balanceamento redox e até mesmo na determinação do número de oxidação, que contém diversas regras para sua

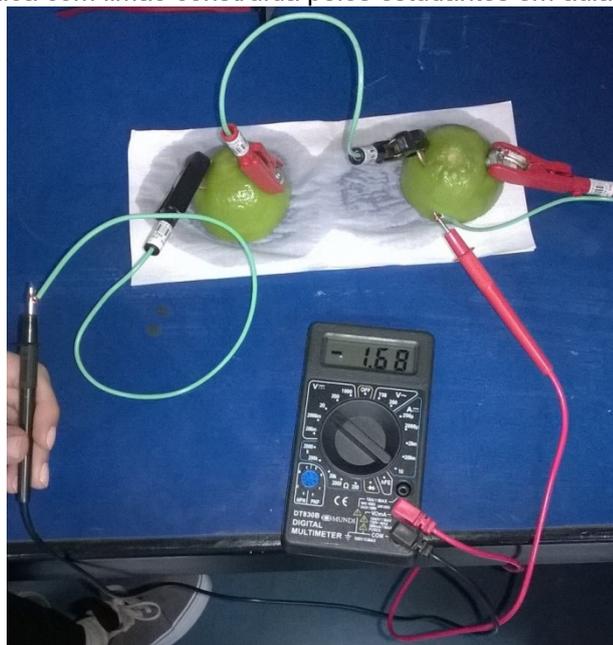
determinação correta. Com isso poderiam ser discutidas questões semiquantitativas da eletroquímica, visando um melhor entendimento dos estudantes. Silva e Cintra²¹ utilizaram recursos de simulação gráfica antes da realização de experimentos de eletroquímica para facilitar o entendimento das reações redox de forma mais rápida, além do entendimento das representações submicroscópicas. As simulações ou animações podem permitir a captação de processos dinâmicos impossíveis de serem verificados no papel.

Dessa forma, é necessária a revisão do planejamento da etapa de discussão prévia a fim de aperfeiçoar o tempo dispendido e adequar as metodologias didáticas com o objetivo de iniciar o processo de significação. Para isso devem ser discutidos quais organizadores prévios serão trabalhados para promover a elaboração dos subsunçores, levando em consideração os cronogramas do projeto Laboratórios Abertos e do PEAC.

5.2.2 Pilha de limão

A pilha com limão foi construída com a utilização de parafusos zincados e moedas de 5 centavos (fonte de cobre) e um limão. A figura 5 apresenta uma das pilhas construída pelos estudantes.

Figura 5 – Célula galvânica com limão construída pelos estudantes em aula.



Fonte: A autora

Após a medição da voltagem das pilhas com limão construídas pelos grupos de estudantes em um laboratório, começou a ser montada uma pilha de maior capacidade, conectando as pilhas umas nas outras, com a finalidade de acender uma lâmpada pequena. No outro laboratório os monitores estavam tentando realizar a eletrólise da água e demonstrar a formação de hidrogênio e oxigênio por combustão induzida com palito de fósforo aceso sobre a solução.

Seguindo a tendência das respostas obtidas nas perguntas iniciais das entrevistas, apenas 37% conseguiram explicar de forma coerente o que estaria acontecendo na pilha construída. Os demais 63% dos estudantes não demonstraram entendimento dos tópicos questionados, e ainda 50% dos estudantes entrevistados atribuiu a energia produzida aos limões, acreditando serem eles os responsáveis pela geração de corrente elétrica, sem qualquer relação com os metais envolvidos:

Os limões são líquidos com uma concentração de ácido que acaba ativando a calculadora, no caso. Eles têm as ligações que são feitas e acaba ligando por causa da quantidade de acidez que tem no limão. Se não tivesse o fio não teria ligado à calculadora, teria que ter uma conexão. (Estudante 12)

O título do experimento poderia ser 'pilha com limão' para caracterizar já na denominação que o limão é um acessório da pilha, não o responsável direto pela geração de corrente elétrica.

Uma reflexão sobre os objetivos do Projeto deve ser feita para a melhoria dos resultados. As práticas de química poderiam ser mais bem aproveitadas, seguindo a proposta dos experimentos de física do mesmo Projeto, nos quais o foco está na discussão dos conceitos para a observação e entendimento dos fenômenos apresentados na prática. Dessa forma, os experimentos poderiam adquirir caráter mais qualitativo e conceitual. O intuito de elaborar uma discussão mais completa sobre o tópico, exaurindo os conceitos de eletroquímica, pode causar efeito reverso no entendimento dos estudantes devido ao excesso de informações, colocadas acima da necessidade de uma discussão efetiva dos fenômenos ocorridos nos experimentos.

5.3 EXPERIMENTOS SOBRE TÓPICOS EM QUÍMICA ORGÂNICA

A discussão inicial construiu um percurso de investigação sobre química orgânica a partir da primeira imagem obtida ao realizar-se a pesquisa no site de buscas *Google*. Foi traçado um breve histórico sobre síntese orgânica, sendo trazidos muitos exemplos de substâncias conhecidas pelos estudantes. Destaca-se nessa discussão o planejamento das ideias trazidas, partindo de indagações comuns e elevando gradativamente o grau de complexidade.

Dois experimentos de síntese orgânica foram propostos. No primeiro, foi sintetizado ácido acetilsalicílico, comercialmente conhecido como aspirina, a partir do ácido salicílico e, no segundo, a síntese do nylon, formado na interface de suas soluções imiscíveis.

5.3.1 Sintetizando aspirina

Experimentalmente, foi necessária a utilização de diversas técnicas, para o aquecimento, reação e precipitação do medicamento e posterior filtração. Mas o diferencial dessa prática está no teste de qualidade realizado após a síntese do medicamento. Para tanto foram comparadas duas marcas comerciais e um medicamento vencido com o medicamento sintetizado na prática. A qualidade dos medicamentos sintetizados pelos estudantes ficou similar à marca tradicional, deixando os estudantes bastante empolgados com o resultado e conscientizando sobre o armazenamento correto para conservação dos medicamentos sólidos.

Nas entrevistas, devido à unanimidade de respostas, ficou clara a relação dos grupos funcionais estudados com a qualidade do medicamento, relacionando satisfatoriamente os conceitos teóricos com a prática realizada:

Tinha diferença entre o ácido salicílico e o ácido acetilsalicílico que a gente fez. Um era hidrolisado e no caso fazia com que a aspirina tivesse uma menor qualidade. (Estudante 13)

Bastante diferença, o vencido, quando a gente usou o cloreto férrico, a cor ficou bem diferente do que tinha que ser, aí o único bom foi o da Bayer, e o outro o genérico ficou até bom, e o que a gente sintetizou ficou bem parecido com o da Bayer. (Estudante 14)

5.3.2 Sintetizando nylon

Durante a realização da parte prática, a formação de nylon não pôde ser efetuada com a formação do fio. Foi discutido com os estudantes como um resultado negativo também é um resultado, e os possíveis problemas ocorridos para que a reação não acontecesse. Foi debatido como é a pesquisa científica empírica, onde várias vezes o experimento não condiz com o que foi estabelecido, podendo ser exposta a visão de ciência com possibilidade de falhas e limitações.

Na página virtual do Projeto²⁶ foi colocado o vídeo realizado no ano anterior para a visualização da reação realmente esperada.

Dos estudantes entrevistados, 50% conseguiram explicar o que é um polímero de forma similar ao que foi discutido anteriormente à parte experimental.

É uma junção de vários monômeros, que no caso formam um polímero. (Estudante 15)

É uma sequência de vários monômeros, que vai se juntando e fazendo uma cadeia grande. (Estudante 16)

Ambas as práticas propostas atingiram seus objetivos, pois mais de 50% dos estudantes demonstraram entendimento dos conceitos abordados nos dois experimentos realizados. Apesar da impossibilidade de obtenção do produto desejado no segundo experimento, a discussão levantada sobre o tema foi bastante produtiva e contribuiu para desmistificar a ciência como infalível. Foi comentado no decorrer da prática que a pesquisa científica passa justamente por esse tipo de desafio:

Às vezes não dá certo mesmo. Então é hora de avaliar o que foi feito para planejar, corrigir e repetir. (Monitor)

Esse discurso corrobora com a reflexão sobre o processo de produção de conhecimento científico para indicar a perspectiva dinâmica e evolutiva das ciências, procurando-se evitar a visão de produto acabado e estanque, tão preponderante em muitos livros didáticos, conforme apontado por Delizoicov e Angotti¹¹. Colabora também em reforçar que o conhecimento científico submete-se a um processo de produção cuja dinâmica envolve transformações na compreensão do comportamento da natureza que impedem esse conhecimento de ser considerado como pronto,

verdadeiro e acabado, mesmo que as teorias produzidas constituam fundamentos para a explicação desses fenômenos.³

5.4 CONTRIBUIÇÕES PARA A FORMAÇÃO CIDADÃ

Na coleta de dados, todos os estudantes que foram entrevistados sobre a aula prática realizada eram sequencialmente questionados sobre as relações gerais com o projeto. Assim, o total de entrevistados (21 estudantes) respondeu às mesmas perguntas referentes ao projeto.

Os exemplos citados pelos estudantes para responder a pergunta 1, sobre a relação do conteúdo abordado com o cotidiano, ainda estão fortemente baseados nas relações feitas pelos professores e monitores:

Alguma coisa sobre equilíbrio, e, eu não lembro o nome que ele usou, mas ele falou do negócio sobre equilíbrio e sobre a velocidade, de lento, rápido, vamos supor assim, tem três pessoas lavando louça: uma lavando, uma secando e a outra guardando, se o que está secando é mais lento, ele vai determinar o serviço, não adianta os outros dois serem mais rápidos. Se tiver um lento ele vai atrasar o resto. (Estudante 7)

Mais o que eu vi em outras aulas, mas hoje foi na parte de medicamento, onde armazena, que nem ela falou do banheiro. (Estudante 16)

Eu não lembro quais elementos, mas tem da maçã verde que ele falou, um que é bem fedorento, e tem na maçã verde mas em quantidade bem pequena. (Estudante 17)

Essa dificuldade em elaborar suas próprias relações pode estar vinculada à insegurança demonstrada pelos estudantes ao citar exemplos, se estaria certa ou errada a relação, necessitando de uma terceira pessoa para confirmar suas hipóteses. Pode também estar relacionada à maturidade e curiosidade dos estudantes em se questionar sobre os acontecimentos que os cercam.

Sabemos que a transposição dos conceitos químicos e físicos para o cotidiano não é tarefa simples, devendo ser bastante incentivada até o momento em que o estudante consiga estabelecer suas próprias conexões. A persistência dos professores e monitores em expor as relações mais comuns entre os conceitos abordados e o cotidiano dos estudantes busca incentivar a construção dessas relações por eles. Obviamente, não se esperam resultados imediatos, embora em

algumas ocasiões seja possível observá-los, mas a semente da curiosidade com estabelecimento de relações entre os fenômenos observados está sendo plantada e regada ao longo do projeto.

Os estudantes destacaram o fato de os experimentos serem interessantes, nas perguntas 2 e 3:

Eu jamais imaginaria que tu poderia formar uma pilha com aquilo ali, não tem nenhum equipamento de fora. (Estudante 11)

E o sorvete que nós fizemos que não dava para comer foi bem legal. Eu acho que todas as práticas, assim, tem alguma coisa. (Estudante 5)

As experiências mesmo, pois tu consegue ver, consegue entender mais, assim, na ação mesmo do que só na parte teórica, né? (Estudante 18)

O mesmo interesse foi observado também no comportamento dos estudantes ao visualizar reações químicas com formação de cor e precipitado, demonstrando bastante entusiasmo, mesmo quando está sendo realizada a mesma reação pela segunda ou terceira vez. Um dos entrevistados, em relação à prática de síntese do ácido acetilsalicílico, destacou o seguinte:

Eu gostei bastante dos cristais se formando assim. Achei bem interessante, assim, do nada, ele se materializou ali, achei bem legal. (Estudante 13)

Alguns grupos pedem para repetir, ir aos outros grupos observar novamente, registram com fotos e vídeos, compartilhando-os com seus contatos pessoais, inclusive fora do projeto. Em uma das entrevistas, esse comportamento foi descrito da seguinte maneira:

Eu fico muito feliz, até na hora de usar o jaleco ali eu tiro um monte de fotos, é bem legal, a gente sonha mais ali. (Estudante 19)

Esse comportamento positivo com relação às descobertas realizadas talvez seja o grande legado do projeto no que tange o interesse pelas ciências naturais, pois a curiosidade é a porta de entrada para a investigação e consequentes descobertas.

A realização dos experimentos foi considerada fácil pelos estudantes, em relação às questões 4, 5 e 6, destacando que o auxílio dos monitores foi relatado por todos os estudantes como tendo ocorrido de forma agradável e acessível:

A interação é muito aberta, os professores são muito abertos para qualquer questionamento que a gente tiver que fazer. Só não faz quem não quiser, né. (Estudante 4)

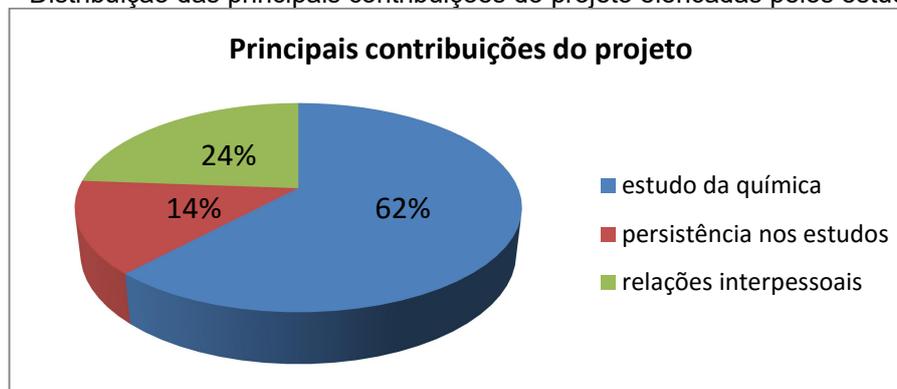
Eu achei bem interessante, bem legal assim, tranquilo, até porque se a gente tem alguma dúvida, se a gente não entendeu muito bem, eles vão lá, explicam, e aí pegam também, quando a gente tem que manusear, eles fazem, achei bem legal. (Estudante 20)

Perguntamos bastante, somos bem chatos. É bem tranquilo, os professores são muito queridos, por mais idiota que seja a pergunta, ninguém tem vergonha de perguntar, é super tranquilo. (Estudante 21)

Apenas 14% dos estudantes entrevistados não consideram necessário participar ativamente da realização dos experimentos, os demais preferem estar envolvidos diretamente. Porém, apesar do interesse em realizar a atividade prática, verificou-se que nenhum dos estudantes entrevistados realiza a leitura prévia do manual do estudante.

Na investigação utilizando as perguntas 7, 8 e 9, sobre as principais contribuições do projeto para os estudantes, foi possível categorizar os relatos em três grupos: o estudo da química, persistência nos estudos, relações interpessoais. A figura 6 apresenta a distribuição dessas categorias entre os entrevistados.

Figura 6 – Distribuição das principais contribuições do projeto elencadas pelos estudantes.



Fonte: A autora

A contribuição para o estudo da química, seja no entendimento dos conceitos ou na desmistificação de que a química é muito difícil de ser compreendida, é destacada pela maioria dos entrevistados:

A importância é bem grande porque a gente vê tudo na folha e a gente se pergunta: Será que isso aqui é verdade? Será que eu vou usar isso na minha vida? Será que isso aqui acontece mesmo? E é

bom ter uma visão das coisas acontecendo, que tu vê que aquilo na folha não é inventado como se o professor te dá aquilo ali como se “mas eu sou obrigado a aprender isso? Nem sei se isso acontece de verdade”. Acontece, tu vê que é ciência, é vida, é a vida real, acontece, e também é bom porque foge da mesmice de quadro, copiar e cálculos. É uma forma também de aprender de uma maneira mais tranquila, porque às vezes tu brinca com o professor, dá aquela risada, tem uma brincadeira entre os professores, me fugiu a palavra agora, daí até a aula fica mais tranquila, mais leve, e mesmo assim tu aprende, porque tem também o conteúdo, tem que saber a teoria, então tu aprende do mesmo jeito, e até aprende melhor do que se fosse só pela folha. (Estudante 6)

Pra mim química era grego, agora pelo menos eu estou entendendo melhor, tanto química quanto física, tá dando pra entender bem porque está mostrando mais na prática né, e daí está facilitando nas aulas também. (Estudante 7)

Eu odiava química e odiava física, os dois. Não entendia nada e achava que era só aquele mundaréu de coisa que eles passam no quadro. A partir das experiências até me deu vontade de estudar mais química, adorei as misturas das cores, das bases, fiquei muito encantada pela Química. E a Física também, eu não tinha noção que tinha na prática. Gostei muito daquele negócio das ondas, eu fiquei maravilhada, quando ele botou dentro do aquário, quando ele botou obstáculo e contornou lá. Aquela aula eu fiquei babando. (Estudante 10)

Eu acho que eu aprendi muito com o projeto sabe, acho que é uma ideia muito legal trazer os alunos para o laboratório, pra tu ter um contato maior com aquilo. Eu sempre gostei de química, mas ali a gente acaba se apaixonando. Quando tu estuda uma coisa que tu gosta é muito mais fácil de entender e aplicar as práticas que a gente viu no que a gente está estudando parece que é um nó desembaraçando. Assim fica bem mais fácil de entender as coisas. (Estudante 15)

As relações interpessoais também são destacadas, principalmente em relação aos monitores e professores, como declarado por um estudante:

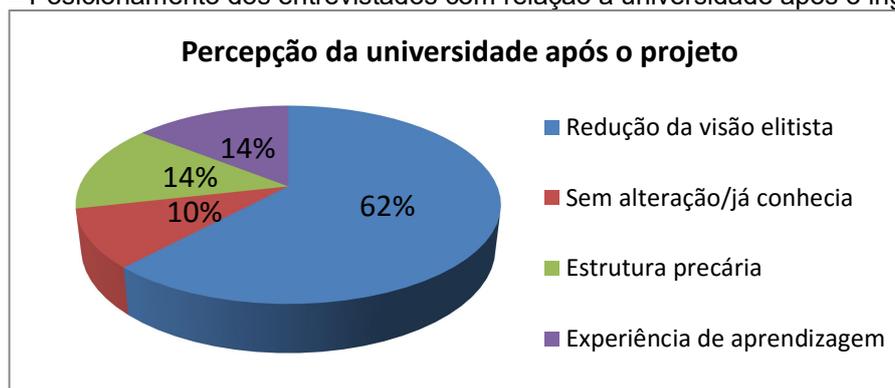
A matéria é importante por causa do vestibular, mas eu consigo ver neles um exemplo muito grande de vida, que pra mim é o que mais me chama atenção, em qualquer ambiente, em qualquer situação, o que eu mais vejo é a dedicação deles. (Estudante 4)

Por fim, outros apontaram o incentivo a persistir nos estudos como contribuição principal, destacando a fala de um estudante:

Acho que o do não desistir, porque é muito difícil estar aqui, e eu acho que o mais importante é tu não desistir, tu continuar lutando por aquilo que tu quer. Acho que isso que mudou muito, porque esse ano eu pensei em desistir, não querer mais, e eu pensava no Projeto, e isso fazia eu não desistir. (Estudante 9)

Ao serem questionados sobre os sentimentos atuais com relação à Universidade, nas perguntas 10 e 11, foi possível compreender a percepção dos entrevistados sobre o ingresso na Universidade e o que eles esperavam ter observado. As respostas foram agrupadas em quatro categorias, apresentadas na figura 7.

Figura 7 – Posicionamento dos entrevistados com relação à universidade após o ingresso no projeto.



Fonte: A autora

Conforme a distribuição apontada na figura 7, foi possível destacar um caráter inclusivo nas respostas de 62% dos entrevistados, destacando o acolhimento recebido na universidade pelos integrantes do projeto, reduzindo uma visão elitista da Universidade que intimidava qualquer tentativa de ingresso. Conforme relato de um entrevistado:

Eu achava que a UFRGS era, como todo mundo diz, uma faculdade que só os ricos conseguem entrar, e com o Projeto a gente vê que não, que o sonho que a gente tem está mais próximo, que a gente pode ser que nem eles e que eles também já passaram pelo que a gente passa. (Estudante 19)

O principal objetivo do projeto é a inclusão social através de um contato mais próximo com as ciências. Pelos apontamentos das distribuições observadas nas figuras 6 e 7, mais de 60% dos estudantes assimilaram esses preceitos. Nos discursos desses estudantes havia, em diversos relatos, a vontade de cursar o ensino superior, mas em universidades particulares, com bolsas de estudo ou financiamentos, porque a universidade pública era totalmente inacessível:

Porque era muito longe pra mim, vendo o meu grau de estudo, eu pensava: 'Bah, eu vou ter que pagar uma faculdade', ou eu vou ter que 'chorar' no ENEM, vai ser muito complicado, mas hoje o PEAC já

me dá a oportunidade de sonhar e de almejar isso e de ver os exemplos. Minha namorada, por exemplo, ela entrou no meio desse ano, ela foi chamada na segunda chamada pra letras, então já me dá muito incentivo, sabe, de ver que a realidade da faculdade ela é muito presente, é questão de dedicação, de esforço e de acreditar e saber que as coisas vão acontecer conforme eu me esforçar para acontecer. (Estudante 4)

Sendo bem sincero, eu entrei no PEAC não pra cursar a UFRGS, eu ia cursar a PUC, e tentar o PROUNI, porque eu não tenho condições, e a UFRGS me cativou, me convenceu a tentar também, tanto porque é uma Universidade Federal, é uma universidade grande, tem bons professores, boas influências e como eu não vou querer? Só que antes eu não queria, eu via a UFRGS, como a UFRGS, eu queria a PUC. Então eu vou tentar a UFRGS também, sei lá, se não der em num, dá no outro, se não der esse ano a gente vai ano que vem. (Estudante 6)

A percepção de possibilidade de ingresso na Universidade, reforçada pelos exemplos pessoais de diversos monitores, incentiva o público alvo do projeto a buscar também esse tipo de inserção. Eles parecem sentir-se mais capazes de concorrer com outras pessoas de condições financeiras melhores que as deles. Com isso, atinge-se uma elevação na autoestima desses estudantes, reforçando que o conhecimento não é restrito a uma classe social, está disponível para eles também, e deve ser buscado. Essa mesma elevação da autoestima dos estudantes de escola pública já foi observada por Santos, Enghusen e Salgado²⁷, na realização de oficinas de preparação de estudantes de uma escola pública para a Olimpíada de Química do Rio Grande do Sul.

Os entrevistados que relataram melhoria na aprendizagem (14%) já se mostravam sem a visão de uma universidade excludente, no sentido de que já visualizavam o ingresso na universidade como possibilidade e o projeto contribuiu para conhecer mais a rotina da universidade e melhorar o aprendizado, como podemos destacar:

É um aprendizado bem mais gostoso, não é aquele aprendizado de decoreba, de aprender forçado, sabe? (Estudante12)

Similarmente, outros 10% dos estudantes alegaram já conhecer a universidade e que tudo no projeto era muito normal, sem destaque para alguma alteração na sua visão com relação à universidade.

Porém, o contato mais íntimo com a universidade também trouxe certo grau de decepção ao deparar-se com a conservação física da universidade, destacada por 14% dos entrevistados. Conforme um dos relatos:

Achava que era mais estruturada, por ser uma universidade conceituada eu pensava que tinha uma estrutura melhor. (Estudante 18)

Acho que mudou em relação de que eu pensava na UFRGS como “nossa! A UFRGS”, que estrutura maravilhosa, tudo maravilhoso, só que quando a gente chega aqui não é bem assim, por ser pública, por depender do dinheiro público. Da estrutura, eu fiquei meio decepcionada, mas com o ensino não, é bem bom. (Estudante 16)

Felizmente nesses casos foi relatado que, apesar da deficiência estrutural, a qualidade do ensino pode ser percebida também.

Dessa forma, apesar dos resultados de algumas propostas experimentais não terem sido plenamente satisfatórios, o projeto está contribuindo fortemente na formação cidadã dos estudantes, percebida nitidamente no comportamento deles ao serem entrevistados e nos sentimentos descritos com relação ao projeto. Alguns relataram inclusive a vontade de dar continuidade aos projetos nos quais participam, seja o PEAC ou o Laboratórios Abertos, destacando que a paixão pela vontade de ensinar dos professores e monitores os cativou para dar seguimento na organização dessas propostas:

O PEAC é uma grande família, e é uma família de muitos filhos, e são pessoas que são dedicadas, que são esforçadas, e esse exemplo, acredito que a gente vai levar para o resto da vida. Todos nós como alunos temos vontade de voltar pra cá, seja pra ajudar na lista de chamada, seja pra ajudar num almoço, seja pra dar aula como muitos vão fazer. Então nós temos esse carinho pelo PEAC porque o PEAC também tem esse carinho por nós. Ele demonstra isso sem nós termos demonstrado nada então a gente só têm a agradecer e querer retribuir. (Estudante 4)

Eu fico pensando que eu também quero passar isso quando eu tiver os meus alunos. E eu espero poder ter condições de mostrar isso pra eles, nem que seja vindo num laboratório, marcando um dia, ou então pagando do meu próprio bolso pra mostrar pros mais jovens como é legal, como é fascinante essa parte. (Estudante 6)

Diferentemente do pressuposto inicial, de que a entrada na universidade seria o precursor para a elevação do sentimento de inclusão social desses estudantes, pode ser percebido que o fator mais marcante para eles estava na empatia com os

monitores, nos exemplos de vida e nas relações de troca de conhecimentos, os quais impulsionaram o sentimento de inclusão. Esse é um fator determinante para alavancar a necessidade de maior número de pessoas envolvidas no projeto, pois essas relações interpessoais demandam bastante atenção e envolvimento com os estudantes. No âmbito da química, foco desse estudo, a quantidade de monitores pode ser considerada adequada, pois não foi percebida deficiência ou “fila de atenção” pelos grupos de alunos. Porém não podemos deixar de observar que no âmbito da física temos apenas dois professores, dificultando o atendimento individual dos estudantes.

O tratamento individualizado com os estudantes parece ser ainda a melhor maneira de identificar quais relações estão sendo estabelecidas por esses estudantes, para que então se faça uma intervenção efetiva na compreensão dos conceitos abordados.

6 CONCLUSÕES

A interpretação dos estudantes quanto aos fenômenos observados nos experimentos ainda carece de discussões melhor elaboradas e planejadas junto aos monitores para maior aproveitamento dos experimentos realizados. Dentre os experimentos estudados, aqueles que atingiram em menor proporção os seus objetivos resultaram em dificuldades na explicação do fenômeno observado pelos estudantes, o que pode ser revisado para as próximas aplicações para enfatizar uma discussão prévia mais participativa dos alunos com os conceitos teóricos abordados. Sugere-se que essa discussão seja mais qualitativa e conceitual. Apesar das dificuldades observadas pela carência de conhecimentos previamente estabelecidos, puderam ser percebidos aspectos positivos na compreensão de alguns estudantes sobre a dinamicidade do equilíbrio químico, os fatores que influenciam a velocidade das reações, a importância de identificar as funções orgânicas e a formação de polímeros.

A necessidade de fortalecer o plano de aula para melhoria na qualidade das discussões prévias e aproveitamento do tempo foi verificada. O plano de aula é uma ferramenta educacional valiosa para a elaboração da metodologia que será utilizada conforme os objetivos almejados. A reflexão sobre a prática pedagógica, proporcionada com a revisão dos planos de aula, contribui para a melhoria contínua e formação do docente. A articulação da relação entre a química e a realidade dos estudantes ainda está bastante restrita aos exemplos trazidos pelos professores e monitores. O incentivo a um comportamento mais crítico para a relação dos conceitos abordados com a prática cotidiana é constante entre os professores e monitores, constituindo um estímulo progressivo para uma atuação futura na observação de fenômenos e interpretação de dados em outros contextos.

O sentimento de inclusão social, contribuindo para uma redução da percepção dos estudantes de um caráter elitista da universidade pública foi demonstrado por boa parte dos estudantes, tomando destaque as relações estabelecidas junto aos articuladores do projeto como maiores influenciadoras no processo de acolhimento e incentivo aos estudantes.

Por fim, concluímos que a educação necessita de incentivos como esses do Projeto Laboratórios Abertos para a inclusão por meio da instrumentalização de estudantes pelo acesso a novas linguagens, tecnologias e formas de pensar o conhecimento, visando que os mesmos desenvolvam uma visão mais positiva das ciências exatas e seu papel na cidadania.

REFERÊNCIAS

- 1) CARDOSO, S. P.; COLINVAUX, D. Explorando a motivação para estudar química. **Química Nova**, v. 23, n. 2, p. 401-404, 2000.
- 2) VIECHENESKI, J. P. et al. Desafios e práticas para o ensino de ciências e alfabetização científica nos anos iniciais do ensino fundamental. **Atos de Pesquisa em Educação**, v. 7, n. 3, p. 853-876, 2012.
- 3) DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2.ed. 2007. 365 p.
- 4) PELIZZARI, A. et. al. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Revista PEC**, v.2, n.1, p.37-42, 2002.
- 5) VASCONCELOS, C. et. al. Teorias de aprendizagem e o ensino/ aprendizagem das ciências: da instrução à aprendizagem. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 7, n.1, p.11-19, 2003.
- 6) LEMOS, E. S.; MOREIRA, M. A. A avaliação da aprendizagem significativa em biologia: exemplo com a disciplina embriologia. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 2, p. 15-26, 2011.
- 7) GOMES, A. P. et al. Ensino de ciências: dialogando com David Ausubel, **Revista Ciências & Ideias**, v. 1, n. 1, p. 23-31, 2010.
- 8) CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, p. 89-100, 2003.
- 9) UNESCO. **Cultura científica: um direito de todos**. 1.ed. Brasília: UNESCO Brasil, 2003. 170 p.
- 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**, n. 23, p. 273-283, 2000.
- 11) DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do Ensino de Ciências**. 2.ed. São Paulo: Cortez, 1992. 207 p.

- 12) CACHAPUZ, A. et al. **A necessária renovação do Ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005. 263 p.
- 13) PEAC – Projeto Educacional Alternativa Cidadã. Disponível em: <<http://alternativacidada.blogspot.com.br/>>. Acesso em: 25 agosto 2015.
- 14) BERNARDI, F.; POLETTO, F. **Projeto Laboratórios Abertos: manual do estudante**. 2. ed. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2015. 69 p.
- 15) GRAY, D. E. **Pesquisa no mundo real**. 2 ed. Porto Alegre: Penso, 2012. 488 p.
- 16) MACHADO, A. H.; ARAGÃO, R. M. R. Como os estudantes concebem o estado de equilíbrio químico. **Química Nova na Escola**, n. 4, p. 18-20, 1996.
- 17) SOARES, M. H. F. B. et al. Proposta de um jogo didático para ensino do conceito de equilíbrio químico. **Química Nova na Escola**, n. 18, p. 13-17, 2003.
- 18) MAIA, D. J. et al. Chuva ácida, equilíbrio químico e acidez. **Química Nova na Escola**, n. 21, p. 44-46, 2005.
- 19) MILAGRES, V. S. O.; JUSTI, R. S. Modelos de ensino de equilíbrio químico - Algumas considerações sobre o que tem sido apresentado em livros didáticos no Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, n. 13, p. 41-46, 2001.
- 20) FERREIRA, L. H. et. al. Algumas experiências simples envolvendo o princípio de Le Chatelier. **Química Nova na Escola**, n. 5, p. 28-31, 1997.
- 21) SILVA, M. R. E.; CINTRA, E. P. Experimentação e simulações: Contribuições para o ensino e aprendizagem das reações redox. In: **IX CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS**, 2013, Girona.
- 22) SOUZA, D. M. S.; SILVA, E. L. Contribuições da pesquisa como eixo nas disciplinas de ensino de ciências: Um estudo sobre ideias de alunos acerca de Química Orgânica. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v.4, n.1, p. 20-31, 2013.
- 23) MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 191-210, 2003.

- 24) GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola** v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.
- 25) SANTOS, W.; SCHNETZLER, R. P. O que significa ensino de química para formar o cidadão? **Química Nova na Escola**, n. 04, p. 28-34, 1996.
- 26) Página Virtual do Projeto Laboratórios Abertos. Disponível em: <<http://www.facebook.com/labsabertos>>. Acesso em: 10 outubro 2015.
- 27) SANTOS, M. S. M.; ENGHUSEN, E.; SALGADO, T. D. M. Oficinas de aprendizagem como uma forma de implementação do PIBID/QUÍMICA da UFRGS. In: 30º Encontro de Debates sobre o Ensino de Química, 2010, Porto Alegre. **Anais do 30º Encontro de Debates sobre o Ensino de Química**. Porto Alegre: PUCRS, 2010.

ANEXO A
Roteiros dos Experimentos – extraído do Manual do Estudante¹⁵

AULA PRÁTICA 4

EQUILÍBRIO E CINÉTICA QUÍMICA

Conceitos abordados

- Reações reversíveis e irreversíveis;
- Princípio de le Chatelier;
- Fatores que influenciam a cinética de uma reação.

Experimento 4.3a: Deslocando o equilíbrio de uma reação reversível

Materiais

- solução aquosa de cromato de potássio: K_2CrO_4 0,1 M
- solução aquosa de ácido clorídrico: HCl 1,0 M
- solução aquosa de hidróxido de sódio: NaOH 1,0 M
- frascos de vidro e de plástico com conta-gotas
- tubo de ensaio
- suporte para tubo de ensaio

Procedimento

Em um tubo de ensaio limpo, adicione 20 gotas de solução aquosa de K_2CrO_4 (**cuidado, trata-se de substância tóxica - evite contato direto com ela, use luvas**). Observe bem qual é a cor dessa solução. Adicione a solução de HCl (**cuidado, pode causar queimadura**) gota a gota até perceber uma diferença. Adicione, a seguir, solução de hidróxido de sódio (**cuidado, pode causar queimadura**) gota a gota até perceber uma diferença. Que diferenças foram essas? Como explicar esses resultados? Para entender melhor o que ocorreu, tenha em mente o equilíbrio químico abaixo:

- espátula
- bequeres
- provetas
- bastão de vidro
- cronômetro

Procedimento

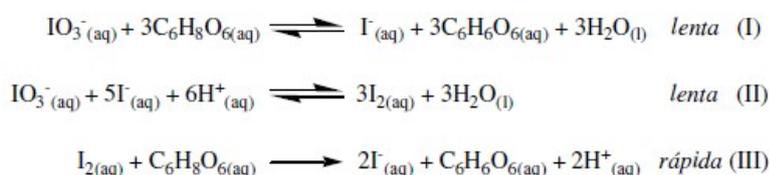
Prepare duas soluções A e B, conforme descrito a seguir:

Solução A: Empregando um béquer, dissolva 5 tabletes efervescentes de 1 g de vitamina C em 500 mL de água deionizada. Adicione 250 mL de vinagre e 85 mL de suspensão de amido. A concentração de vitamina C nessa solução será de aproximadamente 0,034 M e a solução terá coloração levemente amarelada devido ao corante presente nos tabletes de vitamina C.

Solução B: Em outro béquer, dissolva 5,0 g de iodato de potássio em 1 L de água (utilize proveta para medir volume). A concentração de iodato de potássio na solução será de aproximadamente 0,023 M.

OBS.: *A suspensão de amido foi previamente preparada adicionando-se uma colher de chá de amido de milho a 50 mL de água fria e, em seguida, 200 mL de água em ebulição, mantendo-se a mistura sob fervura por cerca de 2 min.*

Misture volumes iguais das soluções A e B (meça os volumes em proveta, misture os líquidos em béquer) e cronometre cuidadosamente o tempo decorrido até a mudança de cor que indica o fim da reação. As reações envolvidas no processo são as seguintes:



Enquanto houver vitamina C em solução, ocorrerá a reação (III), que impede o acúmulo de I_2 no sistema. Quando toda a vitamina C for consumida, a concentração de iodo aumentará, formando-se o complexo com o amido.

Experimento 4.3c: O efeito da temperatura e da concentração na cinética química

Materiais

- os mesmos utilizados no experimento 4.3b
- banho de gelo
- placa magnética com aquecimento e recipiente para banho-maria
- termômetro

Procedimento

Para verificar o efeito da concentração de iodo sobre a velocidade da reação, faça diluições sucessivas da solução B, conforme descrito na Tabela 1. Repita o procedimento do experimento 4.3b utilizando 25 mL da solução A e essas diluições (B1 e B2) no lugar da solução B. Não esqueça de cronometrar!

Tabela 1. Volumes indicados para preparar soluções diluídas de iodato de potássio.

Solução	Volume de solução B (mL)	Volume de água (mL)
B1	20	5
B2	15	10

Para verificar o efeito da temperatura sobre a velocidade dessas reações, realize o mesmo procedimento descrito no experimento 4.3b, porém em banho-maria (50-60 °C) e em banho de gelo (5-10 °C). Garanta que o bequer contendo a mistura de reação mantenha-se quase totalmente submerso no banho quente ou frio (Fig. 16). Meça a temperatura e cronometre a reação. O que ocorreu?



Figura 16. Nível correto da água/gelo em relação ao nível de amostra no béquer, para garantir maior homogeneidade de temperatura na amostra.

REGISTRE SUAS OBSERVAÇÕES

Q
U
Í
M
I
C
A

Resíduos, tratamento e descarte:

Todos os resíduos gerados nos experimentos dessa aula devem ser descartados em frascos adequados indicados pelos monitores, para posterior tratamento. Não descarte nada na pia ou na lixeira! Como há mais de um frasco de resíduo, fique atento para realizar o descarte no frasco correto.

Referências:

- R. F. Teófilo, P. C. Braathen, M. M. M. Rubinger; *Quim. Nova Escola*, 16, 41, 2002.
D. F. Shriver, P. W. Atkins; *Química Inorgânica*, 3ª edição, editora Bookman, 2003.

AULA PRÁTICA 5
ELETROQUÍMICA

Conceitos abordados

- Oxidação e redução;
- Reações espontâneas e potencial eletroquímico;
- Pilhas galvânicas;

Experimento 4.4a: Uma reação camaleônica

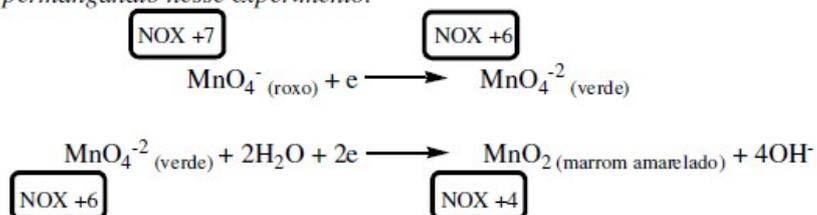
Materiais

- água destilada
- açúcar (sacarose): $C_{12}H_{22}O_{11}$
- hidróxido de sódio: NaOH
- permanganato de potássio: $KMnO_4$
- béquer
- béquer de forma alta
- erlenmeyer
- bastão de vidro
- luvas

Procedimento

Em um erlenmeyer, dissolva 0,03g de permanganato de potássio (**cuidado! evite contato direto, utilize luvas**) em 150 mL de água destilada. Em um béquer, dissolva 3 g de açúcar em 50 mL de água destilada, agitando com bastão de vidro até homogeneizar. Em seguida, adicione 3 g de NaOH (**cuidado, corrosivo!**) e agite até dissolver. Não esqueça: os volumes de água devem ser medidos em proveta. Entorne o conteúdo do béquer na solução de permanganato de potássio e observe as mudanças de coloração. O que explica essas observações?

OBS.: Considere as semi-reações químicas que descrevem as mudanças sofridas pelo íon permanganato nesse experimento:



REGISTRE SUAS OBSERVAÇÕES

Experimento 4.4b: Pilha de limão

Materiais

- 1 limão
- 2 lâminas de zinco (ou parafusos zincados)
- 2 lâminas de cobre (ou moedas de 5 centavos)
- fios condutores com garra jacaré
- multímetro

- calculadora digital (não pode ser solar)
- faca

Procedimento

Prenda os fios nas placas de cobre e de zinco, conforme figura abaixo (Fig. 17):

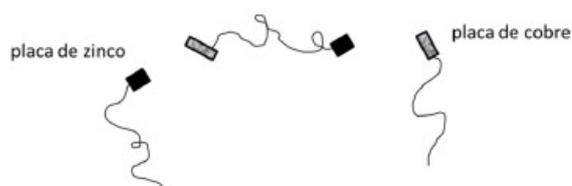


Figura 17. Montagem dos fios condutores para uso na pilha.

Divida o limão em duas partes, no sentido dos gomos. Deite as duas partes na bancada, com o lado cortado para baixo. Faça dois cortes em cada parte, com espaço suficiente entre eles. Dentro desses cortes, insira as placas de zinco e de cobre conectadas previamente aos fios (Fig. 18).



Figura 18. Esquema de montagem da pilha de limão e uso em calculadora.

Sua pilha está montada! Será que ela funciona? Para conferir isso, utilize-a para fornecer energia a uma calculadora. Ligue as pontas dos fios na parte traseira da calculadora, no compartimento de pilhas (siga a polaridade correta, do contrário não funcionará). Qual é o cátodo (recebe os elétrons, é onde ocorre redução) e qual é o ânodo (fornece os elétrons, é onde ocorre oxidação) da pilha? Qual é o sentido da corrente de elétrons?

OBS.: Lave bem as mãos antes de se expor ao sol – resíduos de suco de limão sob luz solar na pele podem resultar em manchas e queimaduras.

REGISTRE SUAS OBSERVAÇÕES

Resíduos, tratamento e descarte:

Os limões podem ser descartados no lixo comum. Os demais resíduos gerados nos experimentos dessa aula devem ser descartados em frascos adequados indicados pelos monitores, para posterior tratamento.



Referências:

V. Gentil; Corrosão, 2ª edição, editora Guanabara Dois, 1982.

P. Atkins, L. Jones; Princípios de química, editora Artmed, 2001.

AULA PRÁTICA 6

TÓPICOS DE QUÍMICA ORGÂNICA

Conceitos abordados

- Grupos funcionais orgânicos;
- Reações orgânicas;
- Polímeros.

Experimento 4.6a: Sintetizando aspirina

Materiais

- água destilada gelada
- ácido salicílico: $C_7H_6O_3$
- anidrido acético: $C_4H_6O_3$
- ácido sulfúrico concentrado: H_2SO_4
- solução de cloreto férrico 3 % (m/v): $FeCl_3$
- solução de bicarbonato de sódio 1 M: $NaHCO_3$
- comprimidos de aspirina de diferentes marcas comerciais
- erlenmeyer
- bequer
- kitassato
- funil de Büchner
- espátula
- provetas
- pipeta volumétrica e pipetador de três vias
- capela de exaustão
- trompa d'água ou bomba de vácuo
- papel-filtro
- placa de aquecimento e recipiente para banho-maria com termômetro

Procedimento

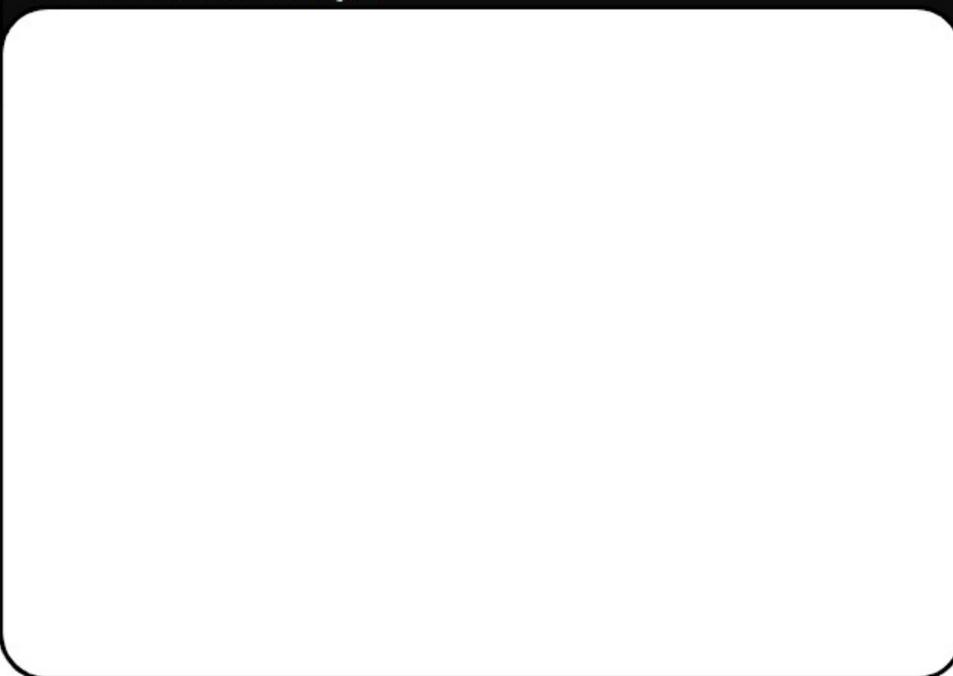
Sobre sua bancada, você encontrará um erlenmeyer contendo, com exatidão, cerca de 2 g de ácido salicílico. Leve o frasco com você até a capela de exaustão e peça ao monitor para adicionar lentamente, sobre o ácido salicílico, 5 mL de anidrido acético e 3 gotas de ácido sulfúrico concentrado. Agite suavemente e coloque o erlenmeyer em banho-maria. Mantenha-o sob aquecimento durante aproximadamente 15 minutos, com ocasional agitação manual. Em seguida, adicione cuidadosamente 2 mL de água destilada ao erlenmeyer da reação, agitando-o por alguns minutos até que não seja mais possível perceber formação de vapores. Retire o erlenmeyer do banho-maria, adicione 20 mL de água destilada e deixe em repouso sobre a bancada enquanto se formam os cristais de aspirina. Filtre à vácuo empregando funil de Büchner e kitassato acoplado a trompa d'água. Lave os cristais com água destilada gelada e deixe o produto secando ao ar. Quais funções orgânicas há no ácido salicílico (reagente) e no ácido acetilsalicílico (produto)? No que eles diferem?

REGISTRE SUAS OBSERVAÇÕES

Compare a pureza do seu produto com aspirinas comerciais (comprimidos triturados): retire uma ponta de espátula de cada pó e coloque em tubo de ensaio. Adicione algumas gotas de solução de cloreto férrico. Por que há diferenças entre as amostras? Qual é o princípio desse teste?

O que ocorre quando se adiciona a solução de bicarbonato aos pós de aspirina, ao invés da solução de cloreto férrico? O que explica o fenômeno observado e como isto também pode ser indicativo da qualidade de cada comprimido?

REGISTRE SUAS OBSERVAÇÕES



Experimento 4.6b: Sintetizando Nylon

Materiais

- água destilada
- hexametilenodiamina: $C_6H_{16}N_2$
- hidróxido de sódio: NaOH
- cloreto de sebacoíla: $C_{10}H_{16}Cl_2O_2$
- diclorometano: CH_2Cl_2
- bequer
- provetas
- bastão de vidro
- pinça

Procedimento

Em uma proveta, medir 5 mL da solução Nylon A e transferir para béquer. Da mesma forma, medir 5 mL da solução Nylon B e transferi-la para o mesmo béquer lentamente pelas paredes, com auxílio de bastão de vidro. Não misture as soluções e observe o que ocorre na interface entre elas. Puxe o que se formar nessa interface com pinça e enrole ao redor de bastão de vidro. Continue enrolando e puxando até não haver mais a formação do polímero na interface.

OBS.: *As soluções Nylon A e Nylon B são previamente preparadas pelos monitores, momentos antes de iniciar a reação.*

- composição da solução Nylon A: 5,81 g de hexaetilenodiamina diluída a 100 mL com solução aquosa de NaOH 0,5 M;
- composição da solução Nylon B: 4,58 g de cloreto de sebacoíla diluído a 100 mL com diclorometano.

REGISTRE SUAS OBSERVAÇÕES

**Resíduos, tratamento e descarte:**

Todos os resíduos gerados nos experimentos dessa aula devem ser descartados em frascos adequados indicados pelos monitores, para posterior tratamento. Não descarte nada na pia ou na lixeira! Como há mais de um frasco de resíduo, fique atento para realizar o descarte no frasco correto.

Referências:

- D. L. Pavia, G. M. Lampman, G. S. Kriz, R. G. Engel; Introduction to Organic Laboratory Techniques: A Small Scale Approach, Saunders College Publishing, 1998.
- E. B. Mano, M. L. Dias, C. M. F. Oliveira; Química experimental de polímeros, editora Edgard Blücher, 2004.
- M. S. Pazinato, H. T. S. Braibante, M. E. F. Braibante, M. C. Trevisan, G. S. Silva. Química Nova na Escola, 34, 21-25, 2012.

APÊNDICE A

Termos de Consentimento Livre e Esclarecido assinado pelos estudantes

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para menor de idade:

Eu, _____,
 RG n° _____, CPF n° _____,
 responsável legal por _____,
 RG n° _____, autorizo a participação deste no Projeto
 Laboratórios Abertos – 2014.

Com relação aos questionários:

Autorizo seu posicionamento nos questionários de perguntas abertas (inicial e final), tendo conhecimento de que a recusa não causará nenhum ônus ou prejuízo ao estudante.

Não autorizo seu posicionamento nos questionários de opinião solicitados, mesmo sabendo que essa recusa não causará nenhum ônus ou prejuízo ao estudante.

Com relação ao registro de imagens:

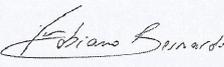
Autorizo o registro de suas imagens em laboratório, tendo conhecimento de que sua divulgação será exclusivamente para fins de registro e divulgação do projeto.

Não autorizo o registro de suas imagens em laboratório, mesmo sabendo que sua divulgação será exclusivamente para fins de registro e divulgação do projeto.

Porto Alegre, _____.

 Responsável legal


 Profa. Fernanda Poletto
 Coordenadora geral
 Projeto Laboratórios Abertos


 Prof. Fabiano Bernardi
 Coordenador Adjunto
 Projeto Laboratórios Abertos

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para maior de idade:

Eu, _____,

RG nº _____, CPF nº _____,

aceito participar do Projeto Laboratórios Abertos – 2014.

Com relação aos questionários:

Aceito responder aos questionários de perguntas abertas (inicial e final), tendo conhecimento de que minha recusa não causará nenhum ônus ou prejuízo a mim.

Não aceito responder aos questionários de opinião solicitados, mesmo sabendo que essa recusa não causará nenhum ônus ou prejuízo a mim.

Com relação ao registro de imagens:

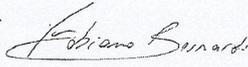
Autorizo o registro de minhas imagens em laboratório, tendo conhecimento de que sua divulgação será exclusivamente para fins de registro e divulgação do projeto.

Não autorizo o registro de minhas imagens em laboratório, mesmo sabendo que sua divulgação será exclusivamente para fins de registro e divulgação do projeto.

Porto Alegre, _____.

Estudante


Prof. Fernanda Poletto
Coordenadora Geral
Projeto Laboratórios Abertos


Prof. Fabiano Bernardi
Coordenador Adjunto
Projeto Laboratórios Abertos

APÊNDICE B

Roteiro das entrevistas realizadas com os estudantes

Perguntas - Equilíbrio Químico e Cinética Química

1. Sobre a prática de equilíbrio, o que significa a mudança de coloração? Por quê?
2. Qual o papel do ácido e da base? O que você sabe sobre essas substâncias?
3. O que você pode dizer da velocidade (taxa de reação) das reações que estão em equilíbrio?
4. Quando é atingido o equilíbrio, entendes que a reação é terminada ou ainda está acontecendo reação?
5. O que você entendeu/entende por um sistema em equilíbrio? O que a palavra equilíbrio te faz lembrar/remete?
6. Na prática da ampulheta química, o que foi determinado com o auxílio do cronômetro?
7. Das reações apresentadas, qual (is) tem maior influência na velocidade da reação? Por quê?
8. Sobre o estudo dos fatores que influenciam as taxas de reação, consegues perceber lógica com algo do teu cotidiano?

Perguntas - Eletroquímica

1. Na primeira prática, o que aconteceu com o permanganato?
2. O que são reações de redução e oxidação? Por que elas acontecem? Posso realiza-las de forma independente?
3. Você já conhecia os materiais utilizados para a construção da pilha?
4. O que é uma pilha? Como você sabe a polaridade correta da pilha?
5. O que ocorre em cada polo da pilha?
6. Para que serve a conexão realizada entre os limões?
7. O que você mediu com o multímetro? Por que, após algum tempo, a corrente elétrica cessa?
8. Como é gerada a corrente elétrica? O que está envolvido nesse processo?

Perguntas - Química Orgânica

1. Sobre a primeira prática, você já conhecia as funções orgânicas presentes na aspirina?
2. Para que é necessário identificar as funções que fazem parte da aspirina?
3. Que diferenças você observou entre o medicamento sintetizado e o comercial?
4. Antes da prática, você já sabia o que é o nylon? Para que ele serve?
5. O que é um polímero?
6. O que a palavra 'orgânico' te faz lembrar?

Perguntas Gerais sobre o Projeto Laboratórios Abertos

1. Você consegue relacionar o que estudou hoje com algo do seu cotidiano, ou algo que você já ouviu/vivenciou/leu? (Não necessariamente relacionado à química)
2. O que chamou mais sua atenção na aula?
3. Como você diria que foi a execução das práticas realizadas?
4. Você ou o seu grupo fez algum questionamento aos monitores/professores? Qual foi? Como?
5. Você realiza leitura prévia do material didático (apostila) com o roteiro dos experimentos ou lê apenas no dia?
6. Os experimentos são realizados em grupo. Responda sinceramente: você participa ativamente dos experimentos? Por quê?
7. Qual a importância do projeto para a tua vida?
8. O que tu achas mais legal no Projeto?
9. Consegues citar algo/conceito/valor que mudastes, desde a entrada no Projeto?
10. Como você enxerga a sua atuação dentro da Universidade, utilizando os mesmos laboratórios da graduação?
11. Qual teu sentimento com relação à Universidade antes e depois do Projeto?