

Universidade Federal de Minas Gerais
Faculdade de Educação
Mestrado Profissional em Educação e
Docência

David Abrão Pereira da Silva

ATIVIDADES INVESTIGATIVAS: OPORTUNIDADES DE
CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTOS EM QUÍMICA

Belo Horizonte

2015

David Abrão Pereira da Silva

ATIVIDADES INVESTIGATIVAS: OPORTUNIDADES DE
CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTOS EM QUÍMICA

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional: Educação e Docência da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação.

Linha de pesquisa: Ensino de Ciências

Orientadora Prof. Dra. Nilma Soares da Silva (UFMG)

Belo Horizonte

2015

S586a
T

Silva, David Abrão Pereira da, 1975-
Atividades investigativas : oportunidades de construção de conhecimentos
em Química / David Abrão Pereira da Silva. - Belo Horizonte, 2015.
146 f., enc, il.

Dissertação - (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais,
Faculdade de Educação.

Orientadora : Nilma Soares da Silva.

Bibliografia : f. 64-66.

Anexos: f. 67-146.

1. Educação -- Teses. 2. Química -- Estudo e ensino -- Teses. 3. Química --
Metodos experimentais -- Teses.

I. Título. II. Silva, Nilma Soares da. III. Universidade Federal de Minas
Gerais, Faculdade de Educação.

CDD- 540.7

Catálogo da Fonte : Biblioteca da FaE/UFMG



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA/MP

UFMG

ATA DA DEFESA DA DISSERTAÇÃO DO ALUNO DAVID ABRÃO PEREIRA DA SILVA

Realizou-se, no dia 17 de dezembro de 2015, às 14:00 horas, faculdade de educação, da Universidade Federal de Minas Gerais, a defesa de dissertação, intitulada *ATIVIDADES INVESTIGATIVAS: OPORTUNIDADES DE CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTOS EM QUÍMICA*, apresentada por DAVID ABRÃO PEREIRA DA SILVA, número de registro 2014664620, graduado no curso de QUÍMICA/NOTURNO, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA, à seguinte Comissão Examinadora: Prof(a). Nilma Soares da Silva - Orientador (UFMG), Prof(a). Orlando Gomes de Aguiar Junior (Universidade Federal de Minas Gerais), Prof(a). Katia Pedroso Silveira (UFMG).

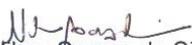
A Comissão considerou a dissertação:

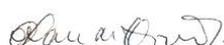
Aprovada

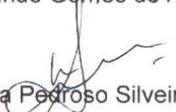
Reprovada

Finalizados os trabalhos, lavrei a presente ata que, lida e aprovada, vai assinada por mim e pelos membros da Comissão Examinadora, em Belo Horizonte, 17 de dezembro de 2015.


Raimundo Fábio Alves Ferreira Chaves - Secretário(a)


Prof(a). Nilma Soares da Silva (Doutora)


Prof(a). Orlando Gomes de Aguiar Junior (Doutor)


Prof(a). Katia Pedroso Silveira (Doutora)

A comissão examinadora destaca a relevância, originalidade e contribuições do trabalho para a pesquisa e docência em Química.

CONFERE COM O ORIGINAL
Ass. 
Data: 18/10/16
PROMESTRE - FAE / UFMG

Raimundo Fábio A. F. Chaves
Programa de Mestrado Profissional
Educação e Docência
FAE - UFMG



Dedico este texto a você caro leitor, com quem gostaria de compartilhar um pouco dos ideais de educar para a cidadania e para a formação humana plena. Que luta por um mundo mais justo e fraterno onde o conhecimento, longe de ser uma forma de segregação se torna motivo de libertação. A você o meu carinho e meu abraço fraterno.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação e Programa do Mestrado Profissional pelo apoio.

À Secretaria de Estado da Educação pelo reconhecimento da importância do curso na minha formação pessoal e profissional através da aprovação da minha licença para cursar o mestrado.

À orientadora Prof. Dra. Nilma Soares da Silva, pela acolhida, competência, compromisso, respeito, dedicação, diálogo, generosidade, paciência e pela amizade, que foram fundamentais para a minha formação acadêmica e humana.

Aos professores componentes desta banca, Orlando e Kátia, pela disponibilidade e pelas discussões durante o exame de qualificação, que contribuíram decisivamente para a conclusão desta dissertação.

Às professoras Andrea e Rosária pela acolhida e disponibilidade na leitura do nosso trabalho.

Aos meus colegas do PROMESTRE, pelas discussões tão frutíferas, pela disponibilidade, companheirismo e amizade.

Aos professores do Programa do Mestrado Profissional PROMESTRE, que contribuíram muito para a minha formação acadêmica, profissional e humana.

Ao professor André, por sua disponibilidade e pela acolhida de nosso trabalho em sua aula sem a qual esta pesquisa não seria possível.

Aos estudantes das ‘salas de aulas de pesquisadas’, pela acolhida e pela disposição em realizar as atividades que contribuíram com o levantamento dos dados analisados nesta dissertação.

Aos Colegas do Colégio Santa Maria, e aos Colegas da Escola Estadual Professor Francisco Brant: Direção, coordenação e professores com as quais compartilhei e troquei ideias e principalmente pela amizade, pelo incentivo constante pela paciência e pelo apoio.

À minha Mãe, pela paciência, alegria, respeito, apoio e incentivo constante.

À minha esposa Rozane pelo carinho e pela paciência, e porque sempre se colocou ao meu lado na realização dos meus projetos de vida.

Às minhas filhas Cecília e Gabriela, que, juntamente com a minha esposa, são a razão da minha luta diária por uma educação mais justa e fraterna.

“Carpe diem, quam minimum credula postero.”
Quinto Horácio Flaco

“O melhor ensino só pode ser feito quando há uma relação individual direta entre um aluno e um bom professor: uma situação em que o aluno discute as ideias, pensa sobre as coisas e fala sobre as coisas. É impossível aprender muito simplesmente assistindo a uma aula, ou mesmo apenas fazendo os problemas propostos.”

Richard P. Feynman

“Diante da vastidão do tempo e da imensidão do universo, é um imenso prazer para mim dividir um planeta e uma época com você.”

Carl Sagan

RESUMO

Sou professor do ensino médio de Química em escolas da rede pública e privada de Belo Horizonte. Leciono há 17 anos e desde que ingressei no magistério tive o interesse em pesquisar práticas que poderiam favorecer o aprendizado de conceitos químicos. Sempre me preocupei em conhecer os principais problemas no ensino de Química relatados na literatura especializada e tenho tentado construir formas de superar essas dificuldades. Em 2011, comecei a estudar referenciais teóricos sobre o ensino de ciências por investigação. Tais pesquisas indicaram que a realização de atividades investigativas para abordar alguns tópicos em Química pode contribuir para a construção de conceitos importantes nesta disciplina. Assim, percebi que essa proposta pode ser uma oportunidade de estimular um maior interesse dos estudantes em aprender química, bem como favorecer a construção de conhecimentos de forma adequada.

Assim, reconstruímos atividades, que já faziam parte da minha prática como docente, com base em referenciais teóricos da área de Ensino de Ciências por Investigação e do Ensino de Química. Tais atividades foram testadas em sala de aula pelo professor autor pesquisador e por um professor de Química da rede pública de ensino com o qual se realizou reuniões para discutir sobre suas impressões do material, sobre as dúvidas que surgiram durante o desenvolvimento das atividades, sobre o desempenho dos alunos e as sugestões para o aprimoramento das mesmas. Os dados evidenciaram dinâmicas discursivas próprias do ensino de ciências por investigação, o que possibilitou uma análise inicial das interações discursivas entre alunos e professor. A proposta de trabalho favoreceu a aprendizagem de conhecimentos de Química quando consideramos as respostas de algumas questões que requerem o uso dos conceitos trabalhados. Assim, consideramos que as atividades desenvolvidas disponibilizaram ferramentas culturais que mediaram a construção do conhecimento de alguns conceitos químicos favorecendo a sua apropriação.

As atividades reelaboradas fazem parte de um livro com assessoria pedagógica, apresentada no anexo dessa dissertação, construído com base nas discussões que permearam esse trabalho.

Palavras chave: Ensino de ciências por investigação, interações discursivas, ferramentas culturais no ensino de ciências.

ABSTRACT

I teach high school Chemistry in schools of public and private network in city of Belo Horizonte. I have 17 years since I joined the teaching had an interest in researching practices that could promote the learning of chemical concepts. Always I bother to know the main problems faced in teaching chemistry reported in the literature and have been trying to build ways to overcome these difficulties. In 2011, I began to study theoretical references about the teaching of science by inquiry. This research indicated that conducting inquiry activities to address some topics in chemistry can contribute to the construction of important concepts in this discipline. So, I realized that this proposal could be an opportunity to stimulate greater interest of students in learning Chemistry, and to promote the construction of knowledge properly.

Thus, we reconstruct activities that are already part of my practice as a teacher, based on theoretical framework of science education area for Research and Teaching of Chemistry. Such activities were tested in the classroom by the teacher author researcher and a professor of chemistry of the public school system with which was held meeting to discuss their impressions of the material on the doubts that arose during the development of activities on student performance and suggestions for improving them. During the analyzes of the data were detected own discursive dynamics of educational research in science which allowed the analysis of the discursive interactions between students and teacher. The working proposal may have favored the academic performance of students when we consider the answers to some questions that require the use of the concepts discussed through the activities. Thus, the activities may have functioned as cultural tools that mediated the construction of knowledge of some chemical concepts favoring its ownership.

Activities rebilted now part of a book and pedagogical support built based on discussions with teachers are part of the teacher's manual.

Keywords: Teaching science by inquiry, discursive interactions, cultural tools in science education.

Lista de ilustrações

<i>Figura 1 pentagrama das telas terminísticas de ação humana. Adaptado de Burke (1969) apud Giordan (2005).</i>	21
<i>Figura 2: Exemplos das cartas do baralho com as informações sobre os elementos químicos.</i>	36
<i>Figura 3: Exemplos de algumas tabelas e gráficos da atividade de energia de ionização.</i>	42
<i>Figura 4: Hipóteses feitas pelos estudantes para a representação do átomo.....</i>	43
<i>Figura 5 : Anexos da atividade 3 com os valores de consulta.</i>	47
<i>Figura 6: variação do raio atômico dos 56 primeiros elementos químicos em função do número atômico.</i>	48
<i>Figura 7: Tendência observada para o crescimento do raio atômico dos elementos químicos ao longo da tabela.....</i>	48
<i>Figura 8: Tendência aproximada observada para o aumento da 1ª afinidade eletrônica</i>	52

Lista de Sequências transcritas

<i>Sequência 1: Primeira proposta de organização dos elementos</i>	38
<i>Sequência 2: Nova proposta de organização dos elementos formulada pelos estudantes.</i>	39
<i>Sequência 3: Discussão dos estudantes sobre os fatores que afetam a energia de ionização.</i>	44
<i>Sequência 4: Discussão sobre a variação da energia de ionização na tabela periódica.</i>	49
<i>Sequência 5: Diálogos entre o professor e os estudantes sobre as propriedades periódicas..</i>	50
<i>Sequência 6: Trecho da entrevista entre os pesquisadores e os alunos participantes do projeto da bolsa térmica.....</i>	55
<i>Sequência 7: Trecho da entrevista entre os pesquisadores e os alunos participantes do projeto da bolsa térmica.....</i>	56
<i>Sequência 8: Trecho da entrevista entre os pesquisadores e os alunos participantes do projeto da bolsa térmica.....</i>	56
<i>Sequência 9: Trecho da entrevista entre os pesquisadores e os alunos participantes do trabalho dos sabões.....</i>	58
<i>Sequência 10: Trecho da entrevista entre os pesquisadores e os alunos participantes do trabalho dos sabões.....</i>	59

Sumário

AGRADECIMENTOS	6
RESUMO	8
ABSTRACT	9
<i>Lista de ilustrações</i>	10
1. O ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS NO BRASIL EM LINHAS GERAIS	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO	15
<i>2.1 As interações discursivas nas aulas de ciências</i>	15
<i>2.2 A teoria da ação mediada de James Wertsch e suas contribuições para o ensino de ciências</i>	20
<i>2.3 O Ensino de ciências por investigação</i>	24
3. HIPÓTESES	29
4. OBJETIVOS	29
<i>4.1 Objetivos gerais</i>	29
<i>4.2 Objetivos específicos</i>	29
5. JUSTIFICATIVA	29
6. PERCURSOS METODOLÓGICOS	32
<i>6.1 Metodologia geral da pesquisa</i>	32
<i>6.2 Procedimentos éticos, riscos e benefícios da pesquisa</i>	33
<i>6.3 Apresentação das atividades</i>	34
7. DISCUSSÃO E ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES	35
<i>7.1 Atividade 1: “BaralhoQuímico” - A organização dos elementos químicos e a tabela periódica</i>	35
<i>7.2 Atividade 2: A energia de ionização e as características do átomo</i>	42
<i>7.3 Atividade 3: As propriedades periódicas: Trabalhando com bancos de dados.</i>	46
<i>7.4 Atividade 4: A produção de uma bolsa térmica</i>	53
<i>7.5 Atividade 5: A produção de sabões</i>	57
8. CONCLUSÕES	61
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
10. REFERÊNCIAS	65
11. ANEXOS	68
<i>Atividades investigativas: Oportunidades de construir conhecimentos em Química:Material do Aluno</i>	79
<i>Atividades investigativas: Oportunidades de construir conhecimentos em Química: Assessoria pedagógica</i>	116

INTRODUÇÃO

Para iniciar essa reflexão gostaríamos de citar um trecho do livro do professor e físico Richard Feynman e um trecho do artigo da Folha de São Paulo.

“O principal propósito da minha apresentação é provar aos senhores que não se está ensinando ciência alguma no Brasil!”

Eu os vejo se agitar, pensando: “O quê? Nenhuma ciência? Isso é loucura! Nós temos todas essas aulas”. Richard Feynman¹

Para FHC, professor é 'coitado' que não conseguiu ser pesquisador²

O presidente Fernando Henrique Cardoso cometeu hoje uma gafe com os professores durante a cerimônia de entrega do prêmio nacional do FINEP de inovação tecnológica. Ao relatar sua experiência como professor no Instituto de Estudos Avançados de Princeton (EUA), FHC afirmou que os pesquisadores e bolsistas da universidade que não conseguiam produzir viravam professores.

"Se a pessoa não consegue produzir, coitado, vai ser professor. Então fica a angústia: se ele vai ter um nome na praça ou se ele vai dar aula a vida inteira e repetir o que os outros fazem", afirmou o presidente.

Ao encerrar discurso na cerimônia de entrega do Prêmio FINEP de Inovação Tecnológica, FHC afirmou: "Lá (o instituto de Princeton) é um lugar de pessoas selecionadas nos Estados Unidos, de jovens PhD, os mais brilhantes. Eu não era, porque eu já era professor, eu não sou brilhante, mas estava lá".

A fala do ex-presidente Fernando Henrique é por si só muito triste. E vinda de um professor ela se torna ainda mais penosa e revoltante. Não só por desvalorizar aqueles que, em muitos casos, trabalham no magistério por escolha e não por falta de opção. Mas, essa parece ser a visão partilhada pela maior parte da sociedade brasileira. Por outro lado a frase do professor Feynman, dita durante uma apresentação para as autoridades brasileiras é provocadora e desafia a refletir sobre o significado do ensino de ciências para os nossos estudantes.

Qual seria a razão desse sentimento em relação ao trabalho docente, em especial o dos professores de ciências? Existe alguma forma de se fazer o trabalho nas escolas acontecer de maneira mais dialógica e menos dependente da cópia e reprodução de exercícios sem sentido aparente? É possível produzir conhecimento na escola?

¹Richard Philips Feynman (1918-1988) foi um físico norte-americano, um dos criadores da teoria da eletrodinâmica quântica e Prêmio Nobel de Física de 1965. Na no início da década de 1950, Feynman lecionou no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, no Rio de Janeiro. Suas experiências estão relatadas em um capítulo do livro “Deve ser brincadeira, Sr. Feynman!”. Além de descrever vários fatos divertidos que ocorreram durante a sua estadia no Brasil, Feynman fez uma crítica ao fato dos estudantes não aprenderem ciências adequadamente devido ao processo de memorização mecânica dos conceitos científicos, prática muito comum até os dias de hoje!

² Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/educacao/ult305u7188.shtml>> acesso dia 12 de agosto de 2013.

Na intenção de responder a esses questionamentos, iniciaremos a nossa discussão descrevendo algumas características do ensino de Ciências Naturais praticado nas escolas brasileiras.

1. O ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA NO BRASIL, EM LINHAS GERAIS.

O professor Feynman (2000) relatou em seu livro suas impressões sobre os estudantes brasileiros de uma universidade do Rio de Janeiro na década de 50.

“Depois de muita investigação, finalmente descobri que os estudantes tinham decorado tudo, mas não sabiam o que queria dizer. Quando eles ouviram “luz que é refletida de um meio com um índice”, eles não sabiam que isso significava um material como a água. Eles não sabiam que a “direção da luz” é a direção na qual você vê alguma coisa quando está olhando, e assim por diante. Tudo estava totalmente decorado, mas nada havia sido traduzido em palavras que fizessem sentido.”(Feynman,2000)

Triste é saber que, após 60 anos, esse quadro pode ainda estar perdurando em muitas de nossas escolas. Muitos de nossos estudantes ainda são estimulados para estudar unicamente para serem aprovados nos exames. Nossa cultura escolar é baseada na qualificação dos alunos por meio de provas. Com elas, os conselhos de classes dão aos estudantes a certificação para que eles *passem* para as séries seguintes e a partir daí para cursos mais avançados.

Muitas vezes, o estudante não é encorajado a perguntar ou quando o faz é hostilizado pelos colegas de classe. Parece que o medo de errar é constante. Somente dúvidas sobre o que cai nos exames costumam ser bem toleradas e de aceitação geral. Trata-se de intervenções pouco significativas como, por exemplo: *isso cai na prova? Como é cobrado determinado assunto? Vai ter um problema desses na prova? Ou ainda, se eu fizer todos os exercícios do livro ou das listas – em geral, longas e repetitivas– eu faço uma boa prova?* Esse quadro é apontado por Luckesi (2005) como um reflexo da “pedagogia do exame” onde, em especial no ensino médio, a maioria dos trabalhos desenvolvidos em sala de aula baseia-se no treinamento de resolução de provas de vestibulares e do ENEM³. Também simbolizam as provas a “autoridade” do professor, que as utilizam no sentido de pressionar os alunos a fazerem silêncio e “participarem” das aulas. Em geral, alunos, professores, pais e estabelecimentos de ensino parecem estar mais preocupados com a promoção (passar de ano) e com as notas, como se isso fosse um indicador absoluto da aprendizagem dos conceitos.

Bourdieu (1992) *apud* Nogueira (2002) aponta que a Escola é uma instituição que trabalha com conteúdos validados nos meios acadêmicos. Esses conhecimentos legitimados são aqueles que as instituições pretendem incorporar aos estudantes. Segundo esse autor, as

³ Exame Nacional do Ensino Médio.

instituições de ensino pretendem transmitir um conhecimento que é tido como intrinsecamente superior aos demais tipos de conhecimentos. Desconsidera-se, assim, a bagagem cultural do estudante, mantendo a vida cotidiana fora dos muros da escola. Por outro lado, Fanfani (2000) coloca que as instituições de ensino já não são mais as únicas fontes de se obter conhecimento e isso muitas vezes não é abordado ou até mesmo é negligenciado em sala de aula.

Silva e Mortimer (2012) afirmam que os sistemas de ensino também privilegiam a memorização dos conteúdos através da repetição de fatos e reprodução exaustiva de cálculos e problemas. Geralmente isso é feito sem qualquer preocupação se essas atitudes formam pessoas que entendem sobre aquilo que estão exercitando. Não se defende aqui que a memorização não seja importante. O problema acontece quando as pessoas só repetem esses conteúdos, na forma falada ou escrita, sem que consigam aplicar esses conhecimentos em situações reais, provocando um esvaziamento do sentido dos conceitos científicos.

Além disso, Bourdieu (1992) afirma que o trabalho desenvolvido nas escolas não é neutro e que, longe de avaliar os estudantes a partir de critérios universais, as instituições de ensino acabam por selecionar, com base em conteúdos memorizados, os mais aptos para os estudos posteriores e exclui os menos favorecidos. Dessa forma, a educação se torna um aparato de reprodução e de dominação das classes mais favorecidas.

No caso das ciências da natureza, o aluno, muitas das vezes, só toma conhecimento dos fenômenos a partir do que o professor fala e/ou escreve no quadro por meio de aulas expositivas. Em salas equipadas, o conteúdo pode ser demonstrado nas apresentações de slides e, em menor escala, a partir de simulações de computador. Não se nega aqui a importância das aulas expositivas e o uso do quadro negro. O que questionamos aqui é a falta de diversificação do trabalho docente, que fica, muitas vezes, restrito ao uso de poucos recursos dentre aqueles que estão disponíveis nos dias de hoje.

Mesmo em salas de aula com equipamentos de última geração, o quadro ainda tem grande relevância, encontrando um lugar de destaque. *Ele (o quadro) instiga a criatividade do professor e ainda hoje nos deparamos com cursos e seminários mostrando aos professores como utilizar mais eficientemente esta importante ferramenta para o ensino* (FERREIRA, 1998).

Em geral, os professores consideram de grande importância o desenvolvimento de aulas de laboratório. Entretanto, Oliveira *et al* (2009) relata que, geralmente, as atividades experimentais desenvolvidas nas aulas de Química são realizadas através de leitura de um

roteiro onde os alunos devem seguir a sequência de passos a fim de se obter os resultados previstos pelas teorias estudadas previamente. Esse tipo de procedimento automatizado pode induzir a uma visão empobrecida de ciência e de trabalho experimental.

Gil-Peres *et al* (2005) nos alerta que, em muitos dos casos, os experimentos têm importância ilustrativa e, quando acontecem, não são feitos com uma reflexão que nos parece mais adequada sobre os dados produzidos nos trabalhos laboratoriais.

Numa perspectiva inadequada da experiência científica realizada na sala de aula, não se analisa e reflete nos resultados, à luz do quadro teórico e das hipóteses enunciadas, mas apenas se constata o que era mais do que previsível que acontecesse – a experiência realizou-se para dar determinado resultado já esperado e conhecido de antemão. Na perspectiva que vimos falando, de forte pendor empirista, a experiência surge, quase sempre, como algo episódico, ligada a uma visão heroica do cientista; ignora, pois, os contextos sociais, tecnológicos e culturais da construção e produção científica, que o professor tem de conhecer e não se pode alhear, deixando à margem das suas aulas. Caso contrário, a experiência científica escolar toma o sentido do fazer, sem saber por que e para quê. Estamos, neste caso, a considerar a ciência numa lógica que está fora da própria história do pensamento as ideias, desvalorizando o sentido da própria luta por ideias mais verdadeiras, isto é, mais explicativas para os fenômenos naturais. Gil-Peres *et al* (2005).

Dessa forma, o ensino de ciências, tal qual ocorre na maioria das escolas, pode não ser significativo para a formação de pessoas capazes de interpretar adequadamente os conceitos científicos.

2. REFERENCIAIS TEÓRICOS

2.1 As interações discursivas nas aulas de ciências

Um dos objetivos de se ensinar ciências da natureza seria introduzir o educando no uso da linguagem científica, que é singular e diferente da linguagem de senso comum, muito presente no dia a dia. Segundo Mortimer (2010) a aprendizagem em ciências pode ser encarada como um processo de enculturação científica, porque a forma de enfrentar as questões sob a ótica dos conhecimentos das ciências naturais utiliza instrumentos e formas de pensar que são próprias dessa área de conhecimento, constituindo-se no aprendizado de uma nova forma de linguagem.

Apesar das pessoas terem contato com fatos científicos através dos meios de comunicação social – programas de TV e internet, por exemplo – acreditamos que a Escola ainda é um lugar privilegiado aonde o aprendizado formal das ciências acontece. Sasseron (2013) chama a atenção de que hoje o que é ensinado através dos conteúdos escolares depende não só da cultura escolar tradicional, como também depende da cultura dos indivíduos que estão inseridos na classe. A sala de aula pode ser vista como um ambiente não uniforme, onde existe uma diversidade de experiências de vida. Tais experiências podem fornecer

informações valiosas que auxiliam nos estudos a serem desenvolvidos durante cada uma das aulas. Dessa forma, consideramos importante o papel das interações discursivas que ocorrem entre os indivíduos participantes do processo como mediadoras entre uma cultura que o estudante está adquirindo (o conhecimento científico) e aquela que ele já possui (senso comum).

Mortimer e Scott (2002), Cappethi (2004) e Aguiar e Mortimer (2005) observaram que as interações discursivas tem sido objeto de várias pesquisas sobre o processo de ensino e aprendizagem nas aulas de ciências da natureza. A partir de estudos embasados nas ideias de Lev Vygotsky, pesquisadores têm investigado como os significados são criados e desenvolvidos no contexto social das salas de aula através do uso da linguagem bem como de outros modos de comunicação. Segundo esses autores, os significados dos conceitos são polifônicos e polissêmicos, sendo criados nos processos de discussão entre os integrantes do grupo e internalizados individualmente. Assim, as interações discursivas são parte fundamental no processo de significação dos conceitos científicos.

Sasseron (2013) destaca que as conversas entre pares são momentos únicos, onde a troca de ideias pode auxiliar na organização dos conhecimentos. Essa autora ressalta ainda que os estudantes precisam dispor de um ambiente encorajador para terem a oportunidade de expor as suas ideias em sala de aula. Concordamos com Carvalho (2013), quando ela afirma que a argumentação merece ser trabalhada em sala de aula pelos professores de ciências porque é a partir da exposição das ideias que os estudantes utilizam a linguagem própria das ciências da natureza, constroem as explicações para os fenômenos e desenvolvem o pensamento racional. Assim, acreditamos que criar momentos de discussão durante as aulas de ciências é importante para que os estudantes possam exercitar com os colegas e com o auxílio do professor o uso dos conceitos científicos aprendidos, aprimorá-los e irem ganhando mais habilidade no uso dos conhecimentos. Para o professor, a interação com os estudantes pode ser uma oportunidade de identificar como estes lidam com os conceitos científicos, permitindo que ele possa intervir no processo de aprendizagem, orientando-os na construção dos conhecimentos. Assim o professor, que é o representante do conhecimento científico em sala de aula, tem um importante papel de estimular a construção dessa nova linguagem cuidando para que o debate entre os estudantes não se transforme em uma conversa sem objetivo. Aguiar e Mortimer (2005) destacam que as interações que ocorrem na sala de aula, harmoniosas ou não, são consequência de uma ação docente continua e paciente, e podem fornecer pistas sobre como se constitui o pensamento conceitual. Considerando-se o conceito

de zona de desenvolvimento proximal de Vygotsky, a ação dos membros do grupo como ajuda, guia, discussões, etc, podem resultar na construção de novos significados.

Não é tarefa fácil promover as discussões em sala de aula. Mortimer e Scott (2002) observaram que o professor costuma ter mais conforto em um modelo de ensino onde as questões são postas por ele para que os estudantes completem as lacunas em seu discurso. Em muitos casos os estudantes têm muito pouco a fazer ou falar. Também não é fácil formular perguntas significativas para a promoção do diálogo. Sasseron (2013) alerta que a prática de se fazer perguntas sem ter o compromisso de se ouvir o que as pessoas têm a dizer verdadeiramente, equivale ao monólogo, em que as respostas dadas pelos estudantes são mal aproveitadas, conferindo importância apenas à posição final do professor.

Para que a argumentação possa surgir nas aulas de Ciências, Sasseron (2013) sugere que o professor deve propor um problema a ser resolvido pela turma e, a partir dos dados e informações existentes, ele pode questionar os estudantes propondo perguntas, levando-os a refletir sobre o problema. Baseando-se na ferramenta de análise de discurso desenvolvida por Mortimer e Scott (2002), destacamos três momentos que consideramos fundamentais para se fomentar a discussão de ideias em sala de aula:

- o planejamento, que os autores chamam de foco de ensino: onde o professor explicita a sua intenção e o conteúdo do discurso,
- a forma de condução das discussões (abordagem comunicativa),
- as intervenções que professor e alunos fazem durante os discursos.

Mortimer e Scott (2002) sintetizaram as intenções do professor como mostrado a seguir:

- a criação do problema ou “história científica”,
- a exploração da visão dos estudantes,
- a disponibilização de elemento para os estudantes para possam desenvolver a história científica,
- a criação de espaços para que os estudantes possam discutir e pensar em pequenos grupos, sobre as novas ideias.
- a aplicação das ideias em novos contextos para se, paulatinamente, transferir para os estudantes o controle e responsabilidade pelo uso das novas ideias.
- o fechamento com comentários sobre os novos conceitos, de modo a ajudar os estudantes a continuar o seu desenvolvimento e a entender suas relações com o currículo de ciências como um todo.

Segundo os autores, essa forma de planejamento de ensino contempla aspectos da teoria sociocultural de Vygotsky e que podem favorecer o aparecimento das interações discursivas entre os indivíduos que participam de aulas de ciências naturais. Aguiar e Mortimer (2005) reforçam que cada intenção corresponde a um momento da aula ou da sequência didática. Os autores ainda explicitaram o sentido de “história científica” como sendo:

um conceito foi desenvolvido por Ogborn e colaboradores (1996) ao examinar o que fazem os professores ao construir explicações nas aulas de ciências. A ideia é de que as explicações científicas são como histórias ou narrativas em que os personagens são entidades abstratas (como genes, energia ou elétrons) dotados de certos atributos, donde decorrem os mecanismos causais introduzidos nessas narrativas. Outro aspecto das histórias científicas é o uso de diferentes representações e de analogias para expressar uma ideia. (AGUIAR E MORTIMER, 2005)

A história científica pode corresponder a uma situação problemática que contextualiza o uso do conceito que se quer ensinar. Segundo os autores, é nesse momento que o professor explicita as suas intenções no que se refere ao desenvolvimento do conceito científico.

A partir da exploração das visões dos estudantes, vários tipos de interações devem acontecer. Ideias de senso comum e de conhecimento científico vão aparecer. Por meio da disponibilização de elementos, os estudantes podem tentar generalizar, descrever ou explicar os fatos utilizando conceitos científicos. Tais elementos podem ser de natureza empírica, quando envolverem a observação de dados ou fenômenos, ou teóricos, quando se referem à construção/aplicação de um modelo.

Ao abrirmos espaços para a discussão em grupos com os pares e com o professor, vários graus de interatividade de discurso podem aparecer. Mortimer e Scott (2002) consideram que essa interatividade pode ser caracterizada em termos da participação dos estudantes na discussão verbal entre eles e com o professor. Considera-se o discurso interativo quando os alunos e professores participam em conjunto de sua elaboração e não interativo quando ocorre o monólogo. Em termos de discussão temos também a fala de autoridade, na qual apenas a voz do professor é ouvida e a comunicativa dialógica em que os estudantes têm algo a dizer e suas falas são levadas em conta na construção da história. Assim, são caracterizados quatro tipos de discursos que podem aparecer na sala de aula:

- Interativo e dialógico: onde os estudantes e o professor exploram as ideias e formulam hipóteses e perguntas trabalhando com os diversos pontos de vista.
- Não interativo e dialógico: quando o professor leva em conta na sua fala os diferentes pontos de vista dos estudantes.

- Interativo e de autoridade: professor conduz os estudantes por meio de uma sequência de perguntas e respostas elaboradas com o objetivo de se chegar a um ponto de vista específico.
- Não interativo e de autoridade: professor apresenta o seu ponto de vista.

Aguiar e Mortimer (2005) pontuam que a grande questão por trás dessas ideias está na forma com que o professor conduz o seu trabalho com os estudantes, o que, em nossa opinião, pode refletir sobre a visão de aula e de aluno que o professor possui.

Ainda discutindo-se os padrões de discurso, dependendo das interações verbais entre professores e estudantes, podem ser observados:

- Um padrão onde o professor inicia com uma pergunta, o aluno dá a resposta e o professor avalia. (Mehan 1979 *apud*, Aguiar e Mortimer 2005).
- Um padrão onde, depois da iniciação, são geradas diferentes possibilidades de raciocínios que podem ter diversas intervenções do professor e finalmente encerradas com uma avaliação.
- Sequências abertas (Mortimer e Scott, 2002 e Aguiar e Mortimer, 2005) em que se observa o mesmo padrão da sequência anterior, porém sem avaliação final do professor. Os autores detectaram, em sequências de ensino, cadeias de interação que foram iniciadas pelos estudantes.

Os modos de intervenção que o professor adota ao desenvolver a história científica podem nos levar a refletir sobre quando o professor faz as intervenções, como ele as faz e quais são os padrões de discurso que aparecem durante essas intervenções.

Acreditamos que o planejamento de atividades que leva em conta os pressupostos acima discutidos, podem contemplar tanto aspectos pedagógicos quanto questões epistemológicas do ensino de ciências. Referimo-nos a aspectos pedagógicos dos conhecimentos da área ciências da natureza e suas tecnologias a formação dos conceitos científicos, bem como a resolução de problemas baseando-se nesses conhecimentos. Aspectos epistemológicos são as habilidades e competências relacionadas ao pensar científico como, por exemplo, a formulação de hipóteses, testes de dados, discussão de ideias e publicação de resultados, que também podem contribuir para a formação integral do estudante. Assim, reconhecemos a importância de o professor inteirar-se dessas duas dimensões – aspectos pedagógicos e epistemológicos - do conhecimento escolar para que ele possa agir como um mediador entre as culturas de senso comum e conhecimento científico, estimulando os estudantes a expressarem seus pontos de vista e promovendo o aparecimento de discussões em sala de aula.

2.2 A teoria da ação mediada de James Wertsch e suas contribuições para o ensino de Ciências Naturais

Como discutimos no item anterior, consideramos que as interações discursivas podem favorecer a construção de conceitos científicos na medida em que os estudantes confrontam seus pontos de vista e exercitam o uso da linguagem científica com o objetivo de resolver problemas escolares.

Paula e Araújo (2013) afirmam que a linguagem pode se constituir como uma poderosa ferramenta cultural. Apesar disso, essas autoras destacam que os professores ainda reproduzem práticas de ensino que foram aprendidos por eles durante a sua formação escolar. Esse padrão pode evidenciar um tipo de relação de poder em que o discurso, muitas vezes transformado em um monólogo, garantiria a autoridade do professor em sala de aula. Tal prática, além de passar a impressão equivocada de participação durante a aula, tem se mostrado pouco efetiva no aprendizado de conceitos fundamentais em Ciências da Natureza pelos estudantes.

Pereira e Ostermann (2012) e Paula e Araújo (2013) sugeriram que as aulas de Ciências poderiam ser planejadas e estruturadas de modo a disponibilizar para os estudantes ferramentas culturais próprias desse campo de conhecimento. Elas favoreceriam o trabalho coletivo dos estudantes tornando as aulas mais interativas e dialógicas. Para tanto, consideraremos as contribuições da pesquisa de James Wertsch sobre a aproximação sociocultural à mente.

James V. Wertsch⁴ é bacharel em Psicologia na Universidade de Illinois em Urbana (1969) e Mestre em Educação na North Western University (1971). Obteve seu PhD em Psicologia da Educação na Universidade de Chicago em 1975. Depois realizou um ano de pós-doutorado em Moscou, onde trabalhou colaborando com grandes nomes da psicologia russa, como: Luria, Leontiev e Zinchenko. Dentre os vários títulos e funções, Wertsch ocupa o cargo de professor do Departamento de Antropologia na Universidade de Washington em St. Louis e também é professor afiliado no Departamento de Psicologia e no Departamento de Educação dessa mesma universidade. Hoje sua pesquisa envolve a investigação sobre a formação da identidade e da memória coletiva nos Estados Unidos, assim como em países como Rússia, Estônia, República da Geórgia e outros que faziam parte da antiga União Soviética. Seu interesse está centrado em como as escolas e outras instituições do Estado são utilizadas para criar e manter a memória coletiva oficial.

⁴https://anthropology.artsci.wustl.edu/wertsch_james acessado dia 16 de março de 2015.

Wertsch tem diversas publicações sendo o livro *Mind as Action*, de 1998, uma das mais importantes. Esse livro foi traduzido para o espanhol com o título *La Mente en Accion*, em 1999. A sua principal contribuição é a Teoria da Ação Mediada.

Giordan (2005) afirma que a Teoria da Ação Mediada de Wertsch procura explicar a formação de conceitos levando-se em conta os meios social, cultural, histórico e material em que ocorre a ação humana, determinando a origem ou a forma em que se dá a construção dos conceitos.

Giordan (2005) afirma que Wertsch utilizou as ideias do filósofo norte americano Keneth Burke, desenvolvidas para descrever a dramaturgia. Segundo o autor, Burke classificou as ações humanas em dois tipos de perguntas: as de natureza metodológica e as de natureza ontológica. Assim, quando perguntamos sobre o ato e o propósito, nos referimos ao conhecimento sobre a ação e sua origem. Ao perguntarmos sobre quem agiu, sobre como ele agiu e sobre o contexto, estamos investigando a metodologia da ação.

Dessa forma, Burke unificou no pentagrama das telas terminísticas (figura 1) os cinco elementos para a análise das ações humanas e suas motivações. Essa ferramenta permite condução da investigação de forma multifocal e integrada. (GIORDAN, 2005)

Elemento	Pergunta	Natureza da pergunta
Ato	O que foi feito?	Ontológica
Propósito	Por que foi feito?	Ontológica
Agente	Quem fez?	Metodológica
Agência	Como ele fez?	Metodológica
Cena	Quando e onde foi feito?	Metodológica

Figura 1: pentagrama das telas terminísticas de ação humana. Adaptado de Burke (1969) apud Giordan (2005).

Giordan (2005) afirma que Wertsch colocou o foco de sua atenção em dois dos elementos metodológicos do pentagrama: os agentes e a agência através do uso das ferramentas culturais. Isso, porque ele busca

a superação da perspectiva antropocêntrica de privilegiar o agente individual quando tentamos entender as forças que moldam a ação humana, à qual adicionamos a necessidade de superar a visão determinística da potencialidade das ferramentas culturais sobre a ação humana. Uma segunda justificativa defende que a relação agente-instrumento é suficientemente fértil para sustentar análises sobre os outros elementos do pentagrama. A terceira justificativa valoriza o papel da ferramenta cultural, que por estar inerentemente situada nos contextos cultural, histórico e institucional, quando combinada com o agente, produz uma vigorosa unidade de análise, a ação mediada. (Giordan, 2005).

Pensamos que um exemplo interessante sobre a interação do agente e as ferramentas culturais é dado por Pereira e Ostermann (2012) quando se exemplifica a resolução de um problema

utilizando uma consulta a internet. Um professor quer sugerir um livro para um estudante, mas, não se lembra do nome da obra. Ele então consulta a internet e digita algumas palavras-chave em um site de busca. Entre as sugestões fornecidas se encontra o nome do livro e seu autor. Então seria possível perguntar: quem resolveu o problema? A ferramenta de busca ou o professor? Na verdade foi o agente-agindo-utilizando-as-ferramentas-culturais. Nem o professor, nem a internet seriam capazes de encontrar a resposta do problema isoladamente. Mas foi a interação entre o agente – o professor – e a ferramenta cultural – a internet – agindo em conjunto que forneceram uma resposta a questão. Dessa forma, existe *uma tensão irreduzível* entre o agente e a agência, que ocorre durante a ação mediada. A construção dos conceitos seria, então, resultado da interação entre os agentes e as ferramentas culturais que eles empregam durante a resolução do problema, fazendo com que ambos sejam fundamentais para a compreensão da ação humana (PEREIRA E OSTERMANN, 2012).

Segundo Wertsch (1999), as ferramentas culturais são meios materiais, ainda que não pareçam, à primeira vista. A linguagem, por exemplo, é considerada material durante a produção do som ou na sua forma escrita. Como a ação através do uso das ferramentas está acontecendo em um contexto específico, dizemos que eles podem modificar os agentes durante a ação humana.

Outra característica das ferramentas culturais é a de provocar uma transformação na ação mediada. A interação indivíduo–ferramenta levaria, segundo Wertsch, a ação humana a ter novas características, acarretando mudanças nas funções mentais dos indivíduos. E isso não acontece apenas com as novas ferramentas que passam a mediar ações que antes eram feitas por meio de outras, como, por exemplo, os sites de busca da internet em relação às enciclopédias, mas, também, com as novas habilidades que os agentes vão desenvolvendo com a nova ferramenta cultura, muitas vezes atribuem a esta um uso para a qual não foram originalmente concebidas (PEREIRA E OSTERMANN, 2012). Paula e Araújo (2013) citam como exemplo a internet, que foi construída como meio mediacional para uso militar, estudos científicos e acadêmicos e, com o desenvolvimento tecnológico, hoje a utilizamos para comunicação através das redes sociais. Outras vezes, a concepção da ferramenta cultural pode dificultar a ação ou até mesmo obstruí-la. Pereira e Ostermann (2012) afirmam que o desenvolvimento do teclado padrão QWERTY é um exemplo disso. Esse teclado foi introduzido na década de 1960 com o objetivo de diminuir a velocidade de digitação dos datilógrafos que utilizavam as primeiras máquinas de escrever, de forma que as teclas da máquina não fossem travadas. Apesar de esse problema ter sido superado, o padrão ainda é o

utilizado nos teclados dos computadores de hoje. Dessa forma, *as forças históricas e econômicas podem estar envolvidas no processo de padronização das ferramentas culturais utilizadas* (PEREIRA E OSTERMANN, 2012).

Para caracterizar o modo como os agentes aprendem por intermédio da interação com as ferramentas culturais, Wertsch (1999), desmembrou o conceito de internalização proposto por Vygotsky, nos conceitos de domínio e apropriação para representar o grau de desenvolvimento de habilidades específicas. Paula e Araújo (2013) afirmam que Wertsch define que o estudante domina um conhecimento quando sabe como utilizar uma ferramenta cultural com facilidade como. Para o autor, o conceito de internalização é mais geral que a noção de domínio levando esse último conceito a ter importantes vantagens com relação ao primeiro. A noção de internalização de Vygotsky traz uma imagem de que os processos mentais são realizados primeiramente no plano externo e depois num plano interno. Por exemplo, contar números ocorre primeiramente com o auxílio dos dedos. Posteriormente essa ação é internalizada, não sendo mais necessária a utilização dos dedos. Entretanto, Wertsch (1999) afirma que muitas ações são (e devem ser) realizadas no plano externo. Pereira e Ostermann (2012) colocam como exemplo o uso de simulações computacionais no ensino de ciências. Dependendo do caso, não estaria claro o que significa realizar esse tipo de ação em um plano interno. Mesmo no caso de uma operação como uma divisão, por exemplo, é pouco provável que o processo como um todo seja completamente internalizado. Se os números forem muito grandes, ou não tiverem uma relação aparente, resolver o problema vai demandar da aplicação de algum algoritmo, que se caracteriza como um meio externo, para auxiliar na produção da resposta. Dessa forma, a visão de internalização seria ampla demais porque muitas vezes se refere a algo que não acontece. Por outro lado, o conceito de domínio, é mais aplicável porque pode ser utilizado em praticamente todas as formas de ação mediada.

O conceito de apropriação é mais profundo que o de domínio. Foi baseado nos estudos de Bakhtin (1981) (GIORDAN, 2005, PEREIRA E OSTERMANN, 2012) referindo-se ao processo pelo qual os agentes incorporam o conhecimento a partir das ideias de outra pessoa e o traduzem com suas próprias palavras. Esse conceito vai além da noção de domínio porque exigem que as ferramentas culturais ganhem novos significados, passando a fazer parte da estrutura cognitiva do aprendiz. Giordan (2005) assinala que segundo o pensamento de Bakhtin, nós somos todos estranhos uns aos outros: temos nossa própria linguagem, nosso ponto de vista, nosso sistema de valores e de conceitos. Assim, existiria uma tensão onde os conceitos se submeteriam às pessoas com diferentes graus de dificuldade, ou da mesma

forma, podendo soar estranhos na boca daqueles que as pronunciam. Como os conceitos são apropriados de maneira particular para cada indivíduo, o uso da ferramenta cultural vai sempre implicar numa resistência de alguma natureza. Os agentes, então, ao se apropriarem do conceito, os utilizam em novos contextos, com as suas próprias intenções, imprimindo-lhes o seu próprio tom.

Como procuramos discutir até aqui, acreditamos que a teoria da ação mediada de Wertsch constitui-se numa poderosa ferramenta para se compreender como se dá a construção do conhecimento pela mente humana ao relacionar as configurações socioculturais e os processos mentais no indivíduo. Também cremos que a utilização da teoria da ação mediada nesse trabalho pode trazer grandes contribuições para o ensino de ciências e para a prática profissional do professor autor pesquisador. Isso porque a pesquisa científica e o ensino de ciências por investigação, que discutiremos no item a seguir, envolvem várias formas de ação humana, como: observar, descrever, comparar, classificar, analisar, questionar, argumentar, planejar, avaliar, generalizar, entre outras (LEMKE, 1990 *apud* PEREIRA E OSTERMANN, 2012).

Levando-se em conta os aspectos da Teoria da Ação Mediada abordados nessa dissertação, acreditamos que as interações entre agentes e ferramentas culturais situadas no cenário sociocultural da aula de ciências podem contribuir na pesquisa sobre como se dá a construção de conceitos científicos na mente humana.

2.3 O Ensino de ciências por investigação

Acreditamos que ensinar ciências da natureza não visa só a formação intelectual e acadêmica. À medida que o educando se desenvolve construindo habilidades e competências, ele também deve aprender a relacionar as informações aprendidas com fatos cotidianos para que possa assumir posturas, tomar decisões e solucionar problemas de caráter pessoal e social.

É muito comum no ensino tradicional de ciências da natureza que os estudantes sejam mobilizados a resolverem problemas escritos, que, segundo Azevedo (2003) consiste em perguntas onde o estudante é levado a realizar uma série de procedimentos, muitas vezes mecânicos, para apresentar uma resposta a questão. Como já discutimos anteriormente, essa é uma prática tradicional que acontece no ensino de ciências do Brasil.

No entanto, as modificações introduzidas a partir das últimas décadas do século XX através dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), podem ter afetado o entendimento sobre o que deve ser ensinado e, talvez possa levar a discussão sobre o porquê ensinar determinados conteúdos. Além da dimensão conceitual, os conteúdos curriculares passaram a contemplar as

dimensões procedimentais como: obter ou selecionar informações e organizá-las, interpretar dados, representá-los nas mais diferentes formas – gráficos, tabelas e textos e atitudinais, a chamada tomada de consciência e relevância do assunto estudado para a sua vida acadêmica e pessoal, introduzindo o conceito de enculturação científica em oposição ao perfil de acumulação de conteúdos geralmente praticados nas escolas.

Tal prática de ensino dificilmente seria viabilizada se os estudantes só receberem por imposição as respostas definitivas dos conteúdos sem participarem da construção dos conceitos sem argumentação das ideias e o exercício da razão. Millar (2003) cita que nas últimas décadas o ensino de ciências tem ganhado destaque nos currículos nacionais do Reino Unido ocupando cerca de 20% do tempo escolar na educação secundária, o dobro dedicado a outros assuntos. Apesar disso, pesquisas demonstraram que os adultos que passaram pela formação tradicional compreendem pouco daquilo que foi ensinado e há muita confusão sobre as ideias científicas básicas.

Considerando o exposto acima, as atividades com características investigativas podem se constituir como uma importante estratégia de ensino e aprendizagem. Para além do mero uso de fórmulas e teorias decoradas, Maués e Lima (2006) *apud* Sá *et al* (2008) afirmam que os estudantes que participam de atividades investigativas podem ter a oportunidade de se envolverem com a sua própria aprendizagem propondo questões, formulando hipóteses, analisando evidências e comunicando seus resultados para o grupo. Em uma proposta de trabalho investigativa, professores e alunos compartilham responsabilidades em um ambiente de aprendizagem colaborativo: professores e alunos se tornam pesquisadores de conhecimento pedagógico sobre os conteúdos ensinados na medida em que desenvolvem a atividade de investigação.

Segundo Matos e Martins (2011) o ensino de ciências por investigação tem sido discutido com grande ênfase nas últimas décadas constituindo o eixo principal dos Parâmetros Nacionais de Ensino de ciências (NRC, 2000) e do Projeto 2061: Ciências para todos (AAAS, 1989) dos norte-americanos. No Brasil há um interesse crescente dos pesquisadores da área de ciências da natureza por essa modalidade de ensino.

Rodrigues e Borges (2008) afirmam que muitos pensam que o processo ensino aprendizagem de ciências através de investigações constitui uma metodologia interessante de ensino, uma boa prática. Porém, Sá *et al* (2007) discute que parece não existir ainda um consenso entre os pesquisadores sobre a definição de ensino por investigação, mesmo em localidades onde a proposta de trabalho já é bem consolidada. Matos e Martins (2011) citam que existe não só

uma diversidade sobre o sentido do termo investigação, como também diversas perspectivas de ensino. Alguns consideram, por exemplo, que essa é a metodologia de ensino que mais se aproxima da atividade desenvolvida por cientistas profissionais.

Sá *et al*, Gil e Castro (1996) *apud* Azevedo (2004), Zompero e Zaburú (2010), Matos e Martins (2011) descrevem aspectos que as atividades de ensino-aprendizagem devem possuir para serem consideradas investigativas:

- partir de um problema,
- favorecer a reflexão sobre a importância acerca do tema a ser tratado,
- considerar a elaboração de hipóteses pelos estudantes,
- favorecer a busca de informações e significação das mesmas no contexto da investigação realizada,
- propiciar a obtenção, análise, tratamento de dados e avaliação de evidências,
- favorecer a aplicação e a avaliação de teorias científicas,
- propiciar formulação de novos problemas pelos estudantes,
- valorizar o debate e a argumentação, permitindo múltiplas interpretações,
- ressaltar a importância da comunicação e a dimensão coletiva do trabalho científico.

Segundo Carvalho (2013) para trabalhar nessa linha de pensamento, o professor precisa abandonar o foco de transmissor e única fonte de conhecimento formal e se mobilizar junto dos alunos para a resolução de situações-problema.

Tal prática não é fácil de ser implementada pelo professor. Segundo Carvalho (2013) não é suficiente saber que a aprendizagem passa pela apropriação de gênero discursivo científico escolar. É preciso que o professor saiba criar um ambiente encorajador que propicie os estudantes a expor as suas ideias, a argumentar sobre elas em um grupo e, se necessário, reformula-las baseados nas discussões feitas. Deve ser um profissional aberto para trabalhar com a possibilidade de múltiplas respostas, mediando-as discussões que surgirem no decorrer das atividades, contrapondo as visões espontâneas dos estudantes, sem, contudo, entregar, logo de início, as respostas finais para os problemas propostos.

Outra dificuldade, que é discutida por Lima e Munford (2007) é a crença de que as atividades investigativas são necessariamente experimentais. Por exemplo, uma das recomendações do PNLD diz que os livros devem abordar a experimentação numa perspectiva investigativa, através da apresentação e discussão de situações-problema que possibilitem aos estudantes a percepção dessa ciência como campo de trabalho coletivo.

As atividades experimentais podem se tornar atividades investigativas se forem conduzidas levando em conta as características discutidas acima. Azevedo (2004) pontua que existem várias maneiras de se discutir os conteúdos através de investigação. O professor pode explorar uma demonstração de caráter investigativo, onde ele realiza com a turma um experimento colocando questões para a discussão. Pode ainda realizar uma pesquisa de coleta de dados em sala de aula e propor para os alunos a análise desse material procurando padrões ou regularidades ou pode ainda, lançar mão de planos mais elaborados de pesquisa envolvendo problemas mais abertos e extensos.

Entretanto, não temos a pretensão de se transformar todo o curso de ciências em aulas com abordagem investigativa. Como defendem Munford e Lima (2007), a ideia é que a metodologia de investigação seja uma das várias estratégias para se abordar alguns temas. É fundamental que o professor saiba diversificar a sua prática pedagógica de maneira criativa e inovadora.

Alguns professores pode ter receio de desenvolver atividades de característica investigativa por acreditarem que estas não contemplem de forma adequada o conteúdo tradicionalmente trazido abordado nos cronogramas escolares e cobrados nos exames. Segundo Machado *et al* (2008), os professores que participaram do “Imersão”⁵, em geral, tinham receio de abrir mão da lista de conteúdos com as quais trabalhavam, mesmo considerando a proposta do CBC⁶ satisfatória. Entretanto, um levantamento mais cuidadoso dos materiais utilizados em projetos como o “*Água em Foco*” de Silva e Mortimer (2012), desenvolvido nos encontros do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) de Química em algumas escolas públicas do Estado de Minas Gerais e também o trabalho “*An Inquiry into the Water Around Us*” de Saitta *et al* (2013) reforçam que o conteúdo acadêmico é discutido com grande amplitude, tendo como vantagem estar contextualizado e mobilizado para a discussão de problemas locais, no caso, a qualidade de amostras de água coletadas em rios, lagoas e poços das respectivas regiões onde foram desenvolvidos. Nesses trabalhos foram determinados parâmetros físico-químicos e biológicos das amostras: pH, oxigênio dissolvido, turbidez condutividade elétrica, coliformes fecais e presença de metais pesados. Com isso

⁵Curso *Educação Continuada de Professores: Estudo dos Conteúdos Básicos Comuns (CBC)*, conhecido como “Imersão”, financiado pela Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais (SEEMG) e realizado em parceria com o Centro de ensino de Ciências e Matemática (CECIMIG) da Faculdade de Educação (FaE) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

⁶Entre 2002 e 2008 a Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais (SEE/MG) promoveu uma reformulação da proposta curricular do ensino médio. Tal proposta ficou conhecida como Currículo Básico Comum (CBC). O currículo foi pensado de tal forma que o aluno tivesse contato com uma estrutura mínima de saberes que devem ser ministrados ao longo do 1º ano do Ensino Médio. Os conteúdos complementares seriam trabalhados no 2º e no 3º ano do ensino médio. Ao final de 2012 a SEE/MG solicitou aos autores uma readequação dos tópicos e das habilidades por eixo temático nas três séries do ensino médio. Assim a lógica de conteúdos básicos no 1º ano e complementares no 2º e 3º foi mudada, assumindo a sua versão final.

conceitos como concentração, diluição e equilíbrio químico, só para citar alguns conceitos químicos, são desenvolvidos de forma profunda e interdisciplinar.

Azevedo (2004) afirma que ao utilizarmos as atividades investigativas para desenvolver conceitos estamos também criando oportunidade para os estudantes de participarem do processo de aprendizagem, estimulando também o desenvolvimento de habilidades tais como: raciocínio, argumentação, atitudes, normas que podem favorecer a aprendizagem de fatos concretos.

Assim, além da formação acadêmica escolar, projetos como o “Água em Foco” também desenvolveram a responsabilidade pelo meio ambiente e o senso cívico, prestando um grande serviço para as comunidades onde ocorrem. Um exemplo disso é a apresentação das pesquisas realizadas pelas turmas do ensino médio de três escolas públicas para representantes dos parlamentares de Belo Horizonte em uma sessão realizada na câmara dos vereadores no dia 31 de outubro de 2013. Os estudantes não só divulgaram os resultados obtidos, como também discutiram questões de interesse das comunidades em que vivem sobre as ações e investimentos que a administração pública tem feito no sentido de resolver os problemas detectados nos cursos d’água e apresentaram propostas para auxiliar na despoluição da Lagoa da Pampulha e do Córrego do leitão.

Por fim, não temos a pretensão de transformar os educandos em mini cientistas. Isso porque a ciência acadêmica e a ciência escolar possuem objetivos diferentes. Segundo Munford e Lima (2007) a ciência acadêmica é desenvolvida por pessoal qualificado, trabalha com a produção de respostas para problemas novos e dispõe de recursos de última geração para desenvolver as pesquisas. Já a ciência escolar é voltada para estudantes, procura trabalhar com saberes já consolidados pelo meio acadêmico e tem como objetivo promover a aprendizagem de habilidades, competências e conceitos através de recursos didáticos mais simples. Cremos que ao envolver os alunos em propostas de ensino-aprendizagem com características investigativas, pode-se criar uma oportunidade para que eles confrontem suas concepções prévias sobre um conceito. Através da discussão entre os pares e com o professor, os estudantes poderão desenvolver um olhar diferenciado sobre a realidade, utilizando para isso as ferramentas desenvolvidas pelo pensamento científico. As habilidades aqui desenvolvidas poderão ser úteis para um exercício mais consciente da cidadania e também para os estudos posteriores.

3. HIPÓTESES

Com base no contexto de interesse desse trabalho e nos referenciais teóricos até aqui apresentados foram levantadas algumas hipóteses a cerca das possibilidades de utilização da metodologia de ensino por investigação em sala de aula e que serão discutidas posteriormente nas considerações finais:

- O desenvolvimento de atividades de natureza investigativa em sala de aula pode contribuir para o aparecimento de interações discursivas dialógicas, entre professor e aluno e entre os alunos durante as aulas de Química.
- A proposta de trabalho com abordagem investigativa favorece um maior engajamento dos estudantes nas aulas de Química.
- As atividades investigativas podem criar oportunidades para que o estudante construa conhecimento químico adequadamente, melhorando a aprendizagem de conceitos estruturadores em Química.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

O objetivo dessa pesquisa foi o desenvolvimento, aplicação e análise de um conjunto de atividades que foram utilizadas em sala de aula para o ensino de alguns conteúdos de Química do ensino médio. Tais atividades já fazem parte da minha rotina de trabalho, sendo que outro objetivo desse estudo foi organizá-las e reconstruí-las com base em referenciais teóricos da área de ensino de ciências permitindo assim uma reflexão sobre a prática docente o professor autor pesquisador.

4.2 Objetivos específicos

Disponibilizar para os estudantes ferramentas culturais da ciência e engajá-los no uso das mesmas na resolução de problemas escolares na disciplina de química.

Investigar se as atividades apresentam características investigativas, se seriam observadas dinâmicas discursivas e quais as contribuições da metodologia para a construção de alguns conceitos em Química pelos estudantes.

5. JUSTIFICATIVA

A proposta de desenvolver, aplicar e analisar um conjunto de atividades investigativas sobre alguns conteúdos comumente ensinados em Química no ensino médio e estudar possíveis

impactos e contribuições dessa modalidade de ensino na construção de conceitos em química justifica-se diante de alguns pressupostos sobre o processo de ensino e aprendizagem que apresentaremos a seguir.

Talvez a maior dificuldade que nós professores enfrentamos nas aulas de Química seja mobilizar e motivar os alunos a aprender. Os atrativos do mundo moderno são muitos, os alunos têm acesso amplo à tecnologia e ao conhecimento por meios não formais ficando, assim, desmotivados com o tipo de ensino que geralmente é oferecido nas escolas.

Admite-se, conforme discutido por Fanfani (2000), que o discurso sobre a importância de se ir à escola deve ser revigorado: tem-se o argumento da obrigatoriedade – estudo porque sou obrigado por lei; o da razão instrumental – estudo para ser alguém na vida; e o da razão passional ao conhecimento – estudo porque a humanidade anseia por saber. Essas razões já não são motivadoras, em especial para uma juventude que tem urgências em se afirmar no mercado de trabalho e em sobreviver no mundo contemporâneo.

Por outro lado, Nakhleh (1992) observa que, em geral, muitos estudantes se esforçam para aprender Química, mas, frequentemente vêem seus esforços frustrados. Atualmente diversas pesquisas em aprendizagem se dedicam a estudar os motivos desse fenômeno. Segundo o modelo mental de ensino-aprendizagem discutido por Nakhleh, os alunos constroem seus conhecimentos gerando significados baseando-se em seus saberes, atitudes e habilidades prévias. A construção ocorre quando o estudante, ao acompanhar as aulas, determina quais são as informações mais relevantes a partir das suas concepções iniciais. O cérebro interpreta as informações selecionadas e as incorpora à base do conhecimento prévio do aluno.

Entretanto, Bakthin (2005) *apud* Dotta (2009) coloca que as relações dialógicas de um enunciado são amplas, diversificadas, complexas e povoadas de vozes sendo, portanto, providas de significado que é dependente do contexto.

Um membro de um grupo falante nunca encontra previamente a palavra como uma palavra neutra, isenta das aspirações e avaliações de outros ou despovoada das vozes dos outros. Absolutamente. A palavra ele a recebe da voz de outro e repleta de voz de outros. No contexto dele, a palavra deriva de outro contexto, é impregnada de elucidações de outros. O próprio pensamento dele já encontra a palavra povoada. Bakthin (2005) *apud* Dotta (2009).

Assim, como o aluno constrói o seu próprio conhecimento, pode ser que os significados atribuídos pelos estudantes aos conceitos sejam diferentes daqueles que o professor tentou apresentar durante a aula. Essas concepções alternativas passarão a integrar a estrutura cognitiva do estudante e poderão interferir na aprendizagem de conceitos subsequentes. A

incorporação dessas ideias pode resultar em uma compreensão superficial ou mesmo na não compreensão de conceitos mais complexos.

Em relação aos professores, conforme discute Soares (2001), com a democratização do acesso ao ensino, tiveram seu papel de leitor e criador de propostas de ensino paulatinamente desvalorizado. São profissionais que se tornaram limitados em exercer plenamente a sua função de instruir e educar devido ao acúmulo de funções e jornadas de trabalho extenuantes. Assim alguns professores podem ter delegado aos autores e editores dos livros didáticos o preparo do material destinado ao ensino. Em nossa opinião, também pode ser que a forma de tratamento dos conceitos em muitos manuais didáticos não favoreça ao aprendizado adequado dos conteúdos em qualquer contexto, sem adaptações, sem o reconhecimento das particularidades.

Não se defende aqui abandonar o uso do livro didático. Concordamos com Cury (2009) quando ele coloca esse recurso pedagógico como *um relevante mediador da construção da cidadania, (...) material de apoio indispensável à materialização dos conhecimentos escolares e (...) elemento fundamental à escolarização dos alunos*. O que se propõe é uma reflexão sobre o que os livros didáticos apresentam e sobre as formas de abordagem dos conteúdos que vêm sendo amplamente disseminadas nas salas de aula de Química.

Ao propor as atividades, nesse trabalho, acreditamos que abordagem investigativa pode ser uma forma alternativa de abordagem ou ainda poderia preencher possíveis lacunas de abordagem do livro-texto favorecendo uma construção de conceitos mais adequada.

Deseja-se então, motivar o estudante a aprender Química de uma forma que pode ser mais atrativa e mais significativa para a sua formação acadêmica escolar e social.

Nesse sentido, concordamos com Millar (2009), quando sugere que a importância de se aprender ciências reside em três pressupostos:

- que o aprendizado de Ciências da natureza pode contribuir para o desenvolvimento de habilidades e competências específicas da área, não sendo oferecidas pelas outras áreas de conhecimento;
- que não seria possível se obter tal conhecimento somente por meio da experiência de vida; mas as habilidades processuais, como medir, prever, observar e classificar podem ser exercitadas quando se explora questões científicas;
- que o conhecimento científico é um produto cultural de grande poder intelectual que pode contribuir na tomada de decisões práticas sobre questões do cotidiano.

Segundo pesquisadores do grupo APEC (2003) o ensino de Ciências poderia ser concebido de modo a levar os estudantes a vivenciar um conhecimento que é fruto de discussão, de acordos e negociações de conceitos, de valores. Enfim que Ciência não é um conjunto de conceitos estáticos e imutáveis, mas obtido a partir de trabalho, elaboração intelectual e social.

Gil-Perez *et al* (2002) coloca que

O desenvolvimento intergrupal e intragrupal, pode, no quadro de uma sempre prudente analogia com a comunidade científica, ajudar a simular aspectos sociológicos, particularmente interessantes. A crítica, a argumentação e o consenso dos pares constituem elementos de racionalidade científica que importa desenvolver conjuntamente – alunos e professores – partilhando e vivendo dificuldades inerentes à própria prática científica. Desta maneira, tal exercício escolar permite uma aprendizagem efetiva, significativa e com sentido de cidadania. Gil-Perez *et al* (2002).

Acreditamos que, se alguns conteúdos fossem desenvolvidos segundo uma lógica investigativa, talvez possa levar o estudante a analisar uma questão a partir de seu ponto de vista, do ponto de vista dos colegas e do professor, favorecendo uma reelaboração em seu próprio modo de pensar.

Por fim, seria desejável que as propostas pedagógicas transcendessem a mera transmissão de saberes prontos e acabados, motivando o protagonismo do estudante e a busca de novos conhecimentos. Tais propostas pedagógicas poderiam englobar, além do conteúdo acadêmico, outras dimensões de formação do ser humano como a afetividade e a capacidade de reflexão. A educação feita nessas dimensões pode favorecer a formação de indivíduos que se identificam como cidadãos: pessoas que possuem um projeto de vida marcado pelo compromisso consigo mesmo e com o outro, pela ética e pelo conhecimento técnico-racional. É nesse contexto que justificamos a proposta dessa dissertação, no sentido de formação do professor pesquisador autor e de disponibilização de um material com proposta diferenciada de abordagem de conteúdos normalmente ensinados nas aulas de química do ensino médio.

6. PERCURSOS METODOLÓGICOS

6.1 Metodologia geral da pesquisa

O trabalho consistiu no levantamento bibliográfico e na pesquisa de materiais para o desenvolvimento das situações-problema e das atividades investigativas. Até o momento foram desenvolvidas 5 atividades, caderno do aluno e do professor relacionadas a conteúdos normalmente trabalhados na disciplina Química do Ensino Médio. Essas atividades foram reconstruídas levando em conta os referenciais teóricos já apresentados, ou seja, o ensino de ciências por investigação, a teoria da ação mediada, e as interações discursivas em sala de aula. Uma vez escritas, as atividades foram testadas em sala de aula para verificar se as

mesmas atendem à finalidade para a qual foram propostas. Para isso, os materiais foram aplicados por um professor da rede pública de ensino previamente consultado e orientado para fins de pesquisa. Essas atividades também foram aplicadas pelo pesquisador em suas aulas na rede particular de ensino. As aplicações na rede pública foram acompanhadas pelo pesquisador e registradas por meio de caderno de campo, filmagens e gravação de áudio.

Foram coletados dados por meio de questionários, respostas em avaliações, filmagens de aulas nas quais as atividades foram utilizadas e também as anotações do caderno de campo feitas pelo professor pesquisador. Durante a aplicação das atividades foram realizadas duas reuniões com o professor aplicador para discutir sobre suas impressões do material, sobre as dúvidas que surgiram durante o desenvolvimento das atividades, sobre o desempenho dos alunos e para anotações de sugestões para o aprimoramento das atividades. Também foram realizadas entrevistas com os estudantes que participaram de algumas das atividades. As atividades reconstruídas fazem parte do material do aluno e os relatos de experiência, as concepções alternativas dos estudantes e os problemas ocorridos estão documentados na assessoria pedagógica. Esses últimos constituem, juntamente com o texto da dissertação, os produtos deste trabalho de Mestrado Profissional.

6.2 Procedimentos éticos riscos e benefícios da pesquisa

É de responsabilidade do pesquisador minimizar os riscos à saúde e ao bem estar dos participantes da proposta de investigação. O principal risco envolvido nesta pesquisa está envolvido na divulgação indevida da identidade dos participantes. Assim sendo, o pesquisador se dispõe a garantir sigilo que assegure a privacidade dos sujeitos quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa. Os nomes dos alunos, do professor, de funcionários ou da escola não serão citados em nenhum documento produzido na pesquisa. O pesquisador principal se compromete a guardar por 5 anos, sob sua responsabilidade, todos os dados obtidos em campo, conforme Declaração de Uso e Destinação do material coletado. (Anexo 6). Sob a responsabilidade do pesquisador principal estará também o custeio de todos os gastos previstos nesta pesquisa, conforme declaração de custos (anexo 5), bem como a responsabilidade sobre os riscos e danos que por ventura vierem a acontecer com os equipamentos e incidentes com os alunos em sua companhia, durante o processo. Está garantida a indenização em casos de eventuais danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial. O pesquisador principal se compromete também a divulgar aos participantes de antemão os riscos e benefícios inerentes à participação na pesquisa e os resultados da pesquisa serão comunicados utilizando

nomes fictícios para todos os participantes, que terão, assim, sua identidade preservada conforme informações nos termos de consentimento livre e esclarecido (anexos 1, 2, 3 e 4). Ao final do trabalho o pesquisador assume a responsabilidade de apresentar os resultados para todos os participantes do projeto e demais interessados, em dia e local definido pela direção do colégio, bem como nos portais da secretaria de Estado da Educação e no portal do professor do Ministério da educação.

Acredita-se que o estudo produzido será de grande valor no que diz respeito a refletir os critérios na escolha de materiais didáticos e a adoção de métodos alternativos de ensino. Também proporcionará ao poder público uma visão, ainda que em pequena escala da relação do professor com os materiais didáticos adquiridos para o acervo da escola. Nesse sentido investigar como ele se relaciona com os materiais didáticos disponibilizados segundo as recomendações do PNL D é de fundamental importância, pois estão em jogo recursos públicos. Pretende-se ainda produzir materiais didáticos de caráter investigativo que visam complementar possíveis lacunas ou que ofereçam uma nova via de tratar o conhecimento químico em sala de aula. As análises dos dados produzidos durante a aplicação das atividades podem contribuir para o entendimento sobre ensino de ciências por investigação e seus impactos sobre o ensino aprendizagem em química.

6.3 Apresentação das atividades

A maioria das atividades que proponho nesse trabalho já faz parte da minha prática como docente e foram reconstruídas segundo os referenciais teóricos dessa dissertação. Cada atividade teve a sua metodologia própria de aplicação.

As atividades 1, 2 e 3 fazem parte de uma sequência sobre tabela periódica e propriedades periódicas. A atividade 1 consiste de um jogo de cartas com os elementos químicos que chamei de “*Baralho Químico*” e tem como objetivo desenvolver o conceito de periodicidade química e organização dos elementos na tabela. Na atividade 2, desenvolveu-se o conceito de energia de ionização como uma forma de se fornecer evidências de que os elétrons estão organizados em níveis de energia no interior do átomo. Essa atividade foi desenvolvida em parceria com o professor que me auxiliou na pesquisa. Na atividade 3, os estudantes são convidados a analisar os valores de algumas propriedades dos elementos para deduzirem as tendências observadas na tabela periódica para raio atômico, primeira energia de ionização, primeira afinidade eletrônica e eletronegatividade.

A atividade 4 foi desenvolvida durante um projeto de iniciação científica júnior por alunos do 3º ano do ensino médio. Foram focadas as características de uma bolsa térmica como aquelas

utilizadas em primeiros socorros nas atividades esportivas. Essa atividade tem como objetivo subsidiar a discussão sobre os conceitos de termoquímica, mas pode ser utilizada para discutir conceitos em Biologia, Educação Física e Física. Os resultados do desenvolvimento desta atividade foram apresentados no 3º Seminário Mineiro de Educação em Química (III SMEQ) ocorrido entre os dias 18 e 21 de setembro de 2015.

A atividade 5, produção de sabões, foi desenvolvida para se discutir a síntese de sabões e detergentes como uma solução para o descarte inadequado de óleo de cozinha nos cursos d'água.

A seguir apresentamos cada atividade, o modo como foi desenvolvida, e as impressões sobre sua aplicação.

7. DISCUSSÃO E ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES

7.1 Atividade 1: “Baralho Químico” - A organização dos elementos químicos e a tabela periódica. Material do aluno p. 81-6. Assessoria pedagógica p. 118-21.

Apresentação da atividade

Talvez a Tabela Periódica dos Elementos químicos seja uma das maiores realizações do pensamento humano. Nela estão organizadas informações sobre os elementos químicos segundo uma regularidade de propriedades químicas e físicas. Ao longo de três séculos, a busca por um padrão para organizar os elementos químicos levou vários pesquisadores a produzirem trabalhos sobre as suas propriedades, culminando na classificação periódica de Dmitri Mendeleev e na lei da periodicidade química.

Interessante notar que, como dito por Kean (2011), para a maioria das pessoas, a tabela periódica não passa de um quadro enorme presente nas salas de aula ou laboratórios de química, sendo esse o único material de consulta⁷ dos estudantes para um exame! Acredito que a compreensão de várias propriedades dos átomos torna o entendimento sobre o funcionamento da tabela fundamental para o trabalho de um químico.

Nos livros que são tradicionalmente adotados no ensino médio faz-se uma descrição sucinta sobre o desenvolvimento da tabela, agregando nomes de cientistas e suas contribuições para o desenvolvimento da classificação periódica. Em seguida cita-se do trabalho de Mendeleev e a classificação periódica atual com os períodos e famílias. Faz-se a relação entre as distribuições eletrônicas e as posições dos elementos da tabela. Por fim, ocorre uma

⁷Essa preocupação de se decorar pode ser atribuída ao nosso sistema de ensino baseado em memorização excessiva de informações e regras. No caso da tabela, é um trabalho árduo com poucos frutos, afinal, de que adiantaria decorar informações sobre os elementos sem saber consultar a tabela e como extrair dela variadas informações?

abordagem do conceito de propriedades periódicas e aperiódicas e em seguida são apresentadas as variações das propriedades ao longo da tabela.

Se pretendermos discutir os princípios científicos que fundamentam a classificação periódica dos elementos químicos, creio que precisaríamos abordar o assunto permitindo o envolvimento do estudante em atividades onde a discussão de ideias possa contribuir para a formação dos conceitos fundamentais em classificação periódica.

Assim, propus um “experimento” que procurou reconstruir o percurso de Mendeleiev na construção da primeira classificação dos elementos químicos. A atividade foi formulada a partir de um conjunto de imagens encontradas no site da artista Kaycie D.⁸ sobre os elementos químicos. Desenvolvi um baralho com os 63 elementos conhecidos na época de Mendeleiev enriquecidos com informações sobre algumas características dos elementos, obtidos do *Handbook of physics and chemistry e da tabela periódica dinâmica, ptable*⁹. Abaixo encontram-se o exemplo de duas das cartas do baralho com algumas informações sobre os elementos químicos (figura 2).

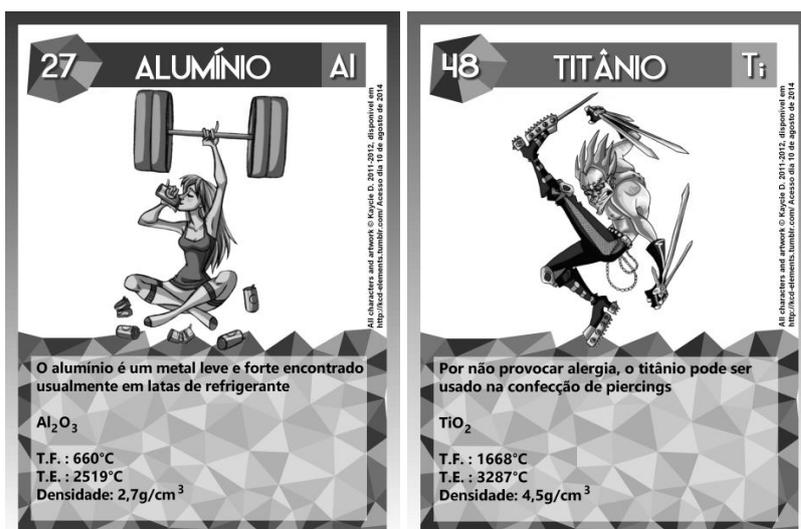


Figura 2: Exemplos das cartas do baralho com as informações sobre os elementos químicos.

Trata-se de uma atividade teórico/conceitual, onde pretendi realizar um trabalho de investigação sobre como a classificação periódica que foi desenvolvida ao longo dos anos e das pesquisas de vários cientistas até a classificação periódica atual. Também foi objetivo desse trabalho desenvolver a principal ideia por trás da tabela periódica: de que os elementos estão organizados segundo as suas propriedades químicas. Na abordagem que proponho procurei ainda estabelecer uma investigação das propriedades periódicas através do estudo de

⁸Disponível em <http://kcd-elements.tumblr.com/> último acesso dia 25 de novembro de 2015. A tradução dos textos das cartas e a pesquisa dos dados foram feitos pelo professor autor pesquisador.

⁹Disponível em <http://www.ptable.com/?lang=pt> último acesso dia 25 de novembro de 2015.

valores de algumas características dos elementos extraídos de fontes confiáveis. Assim os estudantes poderiam deduzir as possíveis tendências de regularidades no comportamento dos elementos químicos.

Como a atividade foi desenvolvida

Os estudantes que participaram dessa atividade estavam matriculados no primeiro ano do ensino médio de uma escola pública de Belo horizonte. Eles já tinham algum conhecimento sobre a tabela periódica a partir do conteúdo discutido no 9º ano do ensino fundamental. Também utilizei essa atividade com as turmas de 9º ano do ensino fundamental em um Colégio da rede particular de ensino de Belo Horizonte. No caso desses estudantes, era a primeira vez que eles estavam tendo contato com a Química.

Na escola pública, o professor iniciou o trabalho com a atividade distribuindo o roteiro e os baralhos orientando os estudantes a se organizarem em grupos de cinco a seis alunos e fazerem a leitura do texto. Nesse momento ele lembrou aos estudantes que eles não poderiam consultar a tabela periódica.

A princípio os alunos pareceram pouco empolgados com a atividade. Entretanto, quando foi pedido que eles iniciassem os trabalhos com as cartas, a sala se movimentou completamente. Os alunos se levantaram, começaram a distribuir as cartas e a discutir e procurar padrões para organizar os elementos. Manusearam todo o baralho várias vezes observando as figuras. Às vezes foi possível se escutar expressões de aprovação e de admiração como: “*Que doido véio!*”. Alguns chamaram o professor e o pesquisador para fazerem perguntas sobre as cartas.

Esse engajamento observado no início durou todo o período em que aconteceu o jogo, cerca de 50 minutos de aula. Visando estimular a discussão nos grupos, foi recomendado que os alunos tentassem resolver o problema juntos sem dividir as perguntas do roteiro entre os integrantes do grupo. Para possibilitar o aparecimento de argumentação em sala de aula, no sentido de se construir conceitos em ciências, o professor pode, por meio de pequenas questões, levar os estudantes a ponderar sobre o poder de explicação de uma afirmação, reconhecer afirmações contraditórias, identificar evidências e integrar diferentes afirmações mediante a ponderação de tais evidências. (CARVALHO, 2013).

Algumas propriedades, como densidade, estados físicos, temperaturas de fusão e ebulição pareceram bem familiares aos estudantes. Eles tentaram classificar por estados físicos (sólidos, líquidos e gases), por ordem crescente de densidade, de temperaturas de mudança de estado e imediatamente chamavam o professor para conferir. Também tentaram separar os

elementos a partir dos desenhos e das cores nas cartas. Achei interessante que em nenhum momento e em nenhum dos casos analisados o professor desqualificou as tentativas de organização dos elementos proposta pelos estudantes, mas procurou questioná-los sobre a validade da classificação. A transcrição a seguir indica um desses momentos de interação, no qual numeramos os turnos de fala, os alunos estão identificados pela letra A, seguida de um número e o professor pela letra P. Isso ocorreu para preservar a identidade dos participantes:

Sequência 1: Primeira proposta de organização dos elementos

Turno	Falas (P – Professor e A – Aluno)
01	P. A divisão por densidade é interessante?
02	A1. Organizar por densidade não fez sentido! É muito grande!
03	A2. E se ordenar por estado físico?
04	P. Legal! Por que não dividimos por estado físico?
05	A2. Teria que procurar entre todos os sólidos para organizar.
06	A3. Pela legenda?
07	A4. E se separar por <i>atividade</i> semelhante?
08	P. Seria interessante! Como assim?
09	A4. O cloro a gente respira e faz mal, o flúor também!
10	P. O outro grupo fez isso! Por que essa divisão ficou melhor?
11	A4. Porque se procurar um elemento que reage assim, os outros também vão reagir assim.
11	P. Tem outra forma de organizar?
12	A3. Tem várias formas de organizar!
13	P. (O professor conta a história do problema de Mendeleev em organizar os elementos e desafia os alunos a tentarem uma nova classificação).

No trecho descrito acima podemos notar alguns tipos de interações discursivas que aconteceram durante a realização do trabalho. Os estudantes apresentaram para o professor a classificação dos elementos químicos segundo as densidades. Em seguida, a partir discussão, o professor propõe a mudança na classificação originalmente feita pelos estudantes. Em parte da discussão, o discurso pode ser caracterizado como interativo e dialógico (AGUIAR E MORTIMER 2005) porque os estudantes em conjunto com o professor exploraram as ideias envolvidas na primeira proposta de classificação dos elementos e formularam hipóteses e perguntas a partir de seus pontos de vista. No trecho 13 o professor assume um papel de autoridade mantendo ainda uma forma de discurso mais dialógico. Ao invés de impor o seu ponto de vista, ele procurou convencer os estudantes da importância de se tentar novas formas de organização dos elementos que atendessem aos interesses de Mendeleev.

Os alunos anotaram as classificações feitas em seus grupos e apresentaram ao professor que, por sua vez, conduziu uma discussão no sentido de comparar os trabalhos feitos destacando potencialidades e limitações. Por exemplo, ele comparou as classificações por temperaturas de

mudanças de estado e assinalou que o trabalho foi bem feito. Entretanto, pontuou que esta classificação além de agregar um número muito grande de elementos, não pode ser generalizada de forma eficiente para a previsão de características de outros elementos. A questão é que as classificações feitas não resolveriam o “*problema de Mendeleev*” porque as propriedades químicas ainda estariam muito diferentes.

Não era esperado que os alunos prestassem atenção nas fórmulas que estão presentes nas cartas, pois como eles ainda não tinham estudado as fórmulas químicas, essa informação se apresentou como um detalhe irrelevante no início da atividade. Depois da discussão inicial, na qual os estudantes expuseram os resultados de seu trabalho, o professor propôs a hipótese de reclassificar os elementos com base nas fórmulas químicas. Nesse momento ele chamou a atenção para as fórmulas presentes em cada carta e pediu a eles que tentassem uma nova organização.

Os estudantes então começaram a reconhecer o padrão observado na tabela periódica. Alguns se lembraram das famílias da tabela vagamente e começaram a combinar as cartas de forma que aquelas que tinham fórmulas químicas semelhantes ficassem em um mesmo grupo. Nesse contexto eles começaram a observar também as massas atômicas indicadas nas cartas e organizaram os elementos em ordem crescente dessa informação. A transcrição a seguir mostra um trecho do diálogo entre alunos e professor:

Seqüência 2: Nova proposta de organização dos elementos formulada pelos estudantes.

Turno	Falas (P – Professor e A – Aluno)
01	A1. Vamo fechar aqui! (reúne as cartas em um monte depois de ter organizado em ordem crescente e massa atômica. Em seguida começa a mostrar para o grupo) Ai ficou berílio, 9, 23, 24, 39, 40, 63, 64, 85, 88, 107, 114, 133, 138, 197. Vamo fazer isso com todos então!
02	P. Dá pra dividir esse grupo que você formou em outro grupo?
03	A2. Hein?
04	P. Dá pra dividir esse grupo?
05	A2. Vamo? Vamo tentar? (o tempo todo, os alunos permaneceram de pé tentando organizar as cartas)
06	A3. Os desenhos são muito bacanas né?
07	P. Vocês colocaram esses elementos num mesmo grupo? (apontando para um grupo formado pelos elementos boro, alumínio, índio e érbio)
08	A1. É! Esse aqui é porque tem dois átomos do elemento e três do oxigênio. (Levantando as cartas e exibindo para o professor e para o grupo).
09	A2. Nó é mermo véi olha só!
10	A3. Aqui é onde tem só oxigênio e aqui (aponta para outro grupo de cartas) tem oxigênio e hidrogênio!

Novamente podemos observar uma forma de discurso interativa e dialógica (AGUIAR E MORTIMER, 2005) entre o professor e os estudantes. A partir da hipótese formulada: “*os elementos podem ser classificados a partir de suas fórmulas*”, os estudantes procuraram agrupar as cartas segundo as informações das fórmulas e em ordem crescente de massas atômica. A escolha de ordenar segundo as massas foi dos estudantes. Isso demonstra que algumas seqüências de discussão e de proposta de resolução de problemas pode partir dos estudantes (AGUIAR E MORTIMER, 2005). Na aula seguinte à classificação dos elementos, o professor deu uma aula expositiva sobre a tabela periódica, principais grupos e famílias. Nessa aula, o professor apresentou o ponto de vista da ciência, o que pode caracterizar o seu discurso como de autoridade. Entretanto, durante a sua fala ele procurou ouvir os estudantes, baseando-se nas classificações feitas durante o desenvolvimento da atividade.

Talvez, sem a atividade estudada e apresentada com antecedência e a assessoria pedagógica, o professor não teria conseguido fazer com que os estudantes se envolvessem na atividade e conversassem sobre como poderia ser feita a organização dos elementos químicos, construindo e testando as suas hipóteses e expondo os seus pontos de vista em conjunto. Acredito que as interações discursivas observadas durante o trabalho poderiam não ter acontecido sem o “Baralho Químico”. Talvez os estudantes não fossem capazes de realizar esse trabalho sem o acompanhamento de um professor preparado, disposto a ouvir os pontos de vista e debater com os estudantes sobre as classificações e que em todo o tempo da atividade circulou a sala entre os grupos questionando as classificações e direcionando o trabalho. Em ambos os trechos analisados também percebemos que foi possível o aparecimento de argumentação em sala de aula. À medida que o professor formulava questões referentes aos tipos de classificação dos elementos, ele procurou levar os estudantes a ponderar as suas propostas, reconhecendo as limitações e redirecionando o trabalho de forma a integrar as evidências contidas nas cartas (CARVALHO, 2013).

Do ponto de vista do ensino por investigação o “Baralho Químico” parte de um problema concreto que é a necessidade de existir uma classificação dos elementos químicos. Possibilitou assim que os estudantes fizessem propostas de classificação e que testassem estas hipóteses. Fomentou a discussão entre os estudantes e o professor, e ao final do trabalho os houve a divulgação das conclusões e o debate sobre cada uma das propostas de classificação com os demais membros da classe (AZEVEDO, 2013).

Após a conclusão da atividade 1 os estudantes fizeram uma avaliação na qual foi solicitado que respondessem a uma questão baseada em uma reportagem que relata a descoberta de uma bactéria que substituiu em seu DNA os átomos de fósforo por átomos de arsênio.

*Questão: “O arsênio é sumamente tóxico para os organismos vivos - pelo menos os conhecidos até agora - porque prejudica os processos metabólicos embora, do ponto de vista químico, se comporte de maneira similar ao fósforo.” Considerando os elementos químicos fósforo e arsênio (As) **EXPLIQUE** por que é possível quimicamente ocorrer a troca entre esses elementos.*

Reproduzo a seguir algumas respostas dos estudantes para essa questão, sem correção.

A1. O arsênio e o fósforo estão presentes na mesma camada (sic) da tabela e assim apresentam propriedades parecidas.

A2. Por estarem na mesma família, já indicam (sic) que tem propriedades parecidas.

A3. Ocorre porque o arsênio e o fósforo tem o mesmo número de elétrons na última camada e é nessa última camada que ocorrem as transformações químicas. Eles são da mesma família.

A4. Quimicamente é possível a troca porque eles pertencem a mesma coluna na tabela, possuem uma distribuição atômica parecida e conseqüentemente algumas propriedades também parecidas.

A5. Quimicamente falando, o fósforo pode ser trocado pelo arsênio, pois eles têm propriedades parecidas e estão agrupados na família 5A.

A6. É possível que ocorra a troca porque eles pertencem a família do nitrogênio, o que facilita a troca.

Somente 6 alunos, no total de 26, não conseguiram responder corretamente à questão que totalizou 85% de acerto. Essa análise inicial aponta que a atividade pode ter contribuído para a formação do conceito de organização dos elementos na tabela periódica segundo as suas propriedades. Obtive um resultado muito parecido quando apliquei a mesma atividade em uma turma de 9º ano de uma escola particular. As respostas foram muito parecidas com aquelas observadas no contexto da escola pública evidenciando que os dados presentes nas cartas do “Baralho Químico” se caracterizam como ferramentas culturais importantes para a formação do conceito de periodicidade química, independente do contexto social em que foi usado. Isso porque, num primeiro momento, os estudantes utilizaram as cartas do baralho para reconhecer as propriedades dos elementos por meio da sua posição na tabela. Quando foi requerida a utilização desse conceito na resolução de um problema, os estudantes utilizaram o conceito adequadamente, ou seja, se apropriaram do conceito de periodicidade química. Nesse caso consideramos que os dados presentes no baralho de cartas mediaram a ação dos estudantes e do professor (WERSTCH, 1999) ao tentarem organizar os elementos químicos segundo as propriedades descritas nas cartas.

7.2 Atividade 2: A energia de ionização e as características do átomo

Baseando-se em uma atividade sobre energia de ionização do livro didático de Mortimer e Machado (2010)¹⁰, foi elaborada a atividade 2, como uma demanda do professor, que queria trabalhar com os estudantes a evidência de que os elétrons são organizado no interior dos átomos, em níveis de energia. O trabalho foi realizado com a mesma turma que participou da atividade com o “Baralho Químico”.

Como a atividade foi desenvolvida

Esta atividade teórico/conceitual que foi estruturada de forma que os estudantes deduzissem, a partir dos dados de energia de ionização de alguns átomos, a divisão dos elétrons em níveis de energia (K=2, L=8, e assim por diante). Dessa forma o professor orientou a organização em grupos de cinco a seis alunos para a leitura da atividade e a resolução em sequencia de cada questão. Carvalho (2013) sugere que a realização de atividades em grupos porque a atividade intelectual de se propor uma classificação requer a discussão entre os alunos com a mediação do professor, na qual se levantam as hipóteses, se realizam os testes e se sistematizam os conceitos.

O material distribuído para cada grupo é constituído de seis tabelas contendo valores de energias de ionização em função da ordem de ionização e seis gráficos (Figura 3). Foram escolhidos alguns elementos químicos do terceiro e do quarto período da tabela periódica. A escolha foi aleatória.

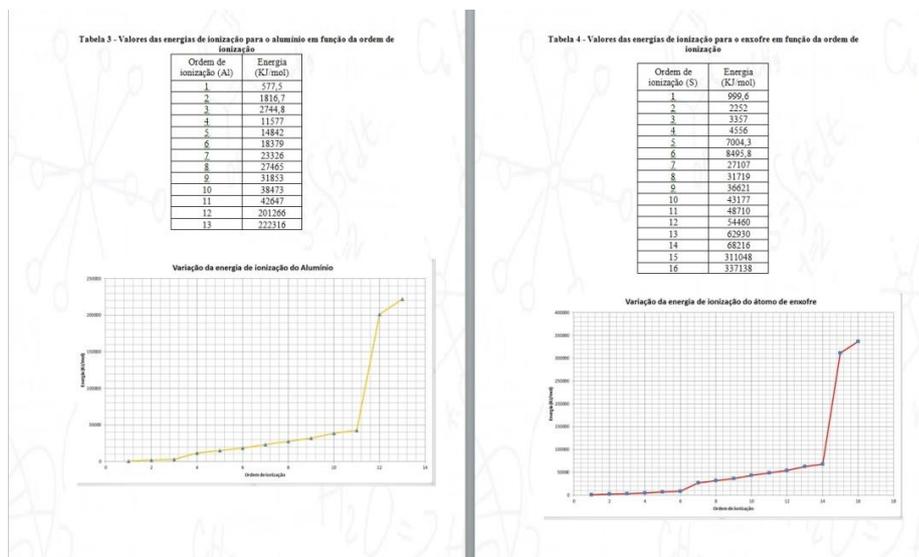


Figura 3: Exemplos de algumas tabelas e gráficos da atividade de energia de ionização.

¹⁰ Mortimer, E. F. e Machado A. H. Química, volume 1, São Paulo, Scipione, 2010, p. 170.

Trata-se de uma atividade não experimental que utiliza um banco de dados sobre os valores das sucessivas energias de ionização de alguns átomos. No caso, o problema a ser resolvido é: como as partículas fundamentais da matéria (prótons, elétrons e nêutrons) estão organizadas no interior do átomo? O tratamento dos dados demanda a tradução das imagens gráficas em linguagem oral: a partir do gráfico e das tabelas pretendemos desenvolver o conceito de que os elétrons estão organizados em níveis de energia em torno do núcleo. (CARVALHO, 2013). Assim sendo, as perguntas do roteiro foram direcionadas para tentar favorecer a sistematização do conhecimento sobre a distribuição de elétrons por níveis de energia.

Desta vez, diferente da atividade 1, os estudantes pareceram atentos ao material logo de início, e alguns que dispunham de tabela periódica fizeram consultas. Constantemente o professor foi abordado pelos estudantes nos grupos para auxiliá-los na análise das questões e dos gráficos.

A primeira questão do trabalho visa expor o conhecimento prévio dos estudantes. Em todos os casos o modelo de átomo com camadas foi escolhido como o sendo o correto para fazer a representação (Figura 3). Essas imagens foram as hipóteses sobre como os elétrons, prótons e neutros estão organizados nos átomos, segundo as concepções dos estudantes.

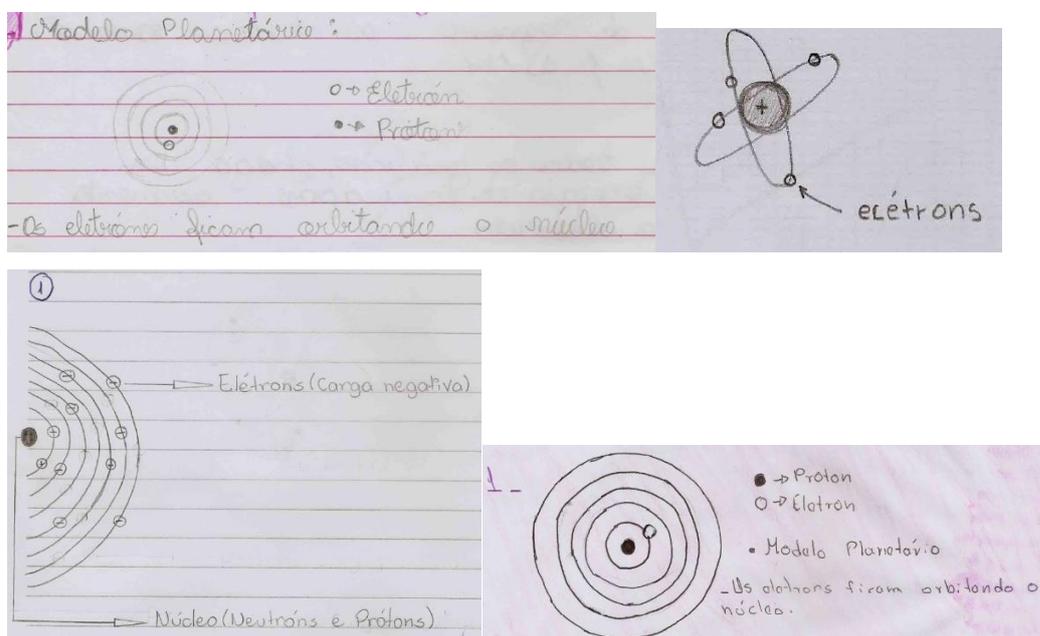


Figura 4: Hipóteses feitas pelos estudantes para a representação do átomo.

Notamos que a pergunta 2 do roteiro estava muito difícil para os estudantes. O professor precisou fazer várias intervenções para que eles conseguissem resolvê-la. Foi necessário fazer algumas colocações com a intenção de que os alunos refletissem sobre a relação entre a força de atração e a distância entre as cargas.

O professor lê a pergunta com os estudantes e tenta discutir com eles sobre o significado, conforme extrato a seguir:

Sequência 3: Discussão dos estudantes sobre os fatores que afetam a energia de ionização.

Turno	Falas (P – Professor e A – Aluno)
01	P. (leu a pergunta) A gente vê aqui (aponta para a tabela) que a energia de ionização é a energia que a gente precisa para tirar elétron do átomo. Porque a gente precisa dar energia pra retirar o elétron do átomo?
02	A1. Porque ele é uma carga negativa e atrai o núcleo?
03	P. Ele quem, é negativo?
04	A1. O elétron?
05	P. Não é? O núcleo atrai os elétrons que são cargas opostas e se atraem. Na sua opinião do que é que depende essa atração?
06	A1. A distância? Se o elétron tá mais longe? Porque se tá mais longe o núcleo vai ter que fazer mais força pra atrair o elétron?
07	P. Essa é uma coisa! Preste atenção! Quanto mais longe o elétron do núcleo, mais fraca é a força de atração. Mas tem outras coisas. Imagina um próton atraindo dois elétrons. Cinco prótons atraindo dois elétrons! Em qual das situações a atração é mais forte?
08	A2. A quantidade de prótons aumenta a força? Aumenta a atração? Tô pensando num ímã pequeno e num ímã muito grande.
09	P. É! Um próton é uma carga positiva. Um elétron é uma carga negativa. Eles se atraem. Se você aumenta o número de cargas elas vão se atrair com mais força.
10	A1. A quantidade de camadas também afeta?
11	P. Como assim?
12	A1. (O aluno faz algo como círculos concêntricos com o lápis, representando as camadas.) Você tem os elétrons aqui. Aqui é o mais externo. O mais longe
13	P. E da quantidade de camadas vai depender o quê?
14	A1. Porque o elétron vai fazer uma ligação (<i>química</i>)?
15	P. Na verdade a energia de ionização não envolve formar uma ligação. A energia de ionização é a energia para arrancar elétrons do átomo isolado. Vai dar energia para esse elétron sair do átomo, mas não vai ligar ele ainda. Se for o elétron da camada mais externa, a energia que você vai gastar vai ser maior ou menor?
16	A2. Menor!
17	P. Menor né? Porque o elétron está mais distante do núcleo.

Entre os turnos de fala 05 e 06 os alunos ficaram pensando e arriscaram algumas falas entre si. Pareciam ter delegado para o relator, aqui representado pelo estudante A1, a discussão com o professor até que outro estudante, A2, começou a intervir. O padrão de discurso observado ainda se manteve no modelo iniciação, resposta e avaliação, talvez pela dificuldade da interpretação da atividade.

Ainda assim, acredito que a atividade proporcionou um momento de discussão sobre o conceito de energia de ionização no qual os estudantes e o professor puderam interagir para

tentar construir um entendimento sobre a dependência da energia de ionização com a distância núcleo-elétrons e com a carga nuclear. No trecho acima podemos notar um discurso interativo e dialógico porque os estudantes em conjunto com o professor tentaram explorar o problema da atração entre o núcleo e os elétrons, formulando explicações a partir de seus pontos de vista. Novamente, o professor atuou como autoridade, sem, no entanto, impor de imediato o seu ponto de vista (AGUIAR E MORTIMER 2005). Durante todo o diálogo ele procurou colocar questões sobre como a distância entre cargas influencia na atração e como a quantidade destas pode afetar na atração entre núcleo e elétrons. Também cremos que a assessoria pedagógica, estudada antes da aplicação da atividade, influenciaram no discurso do professor, sobre os fatores que afetam a energia de ionização, com os estudantes e ele procurou conduzir a discussão pensando junto a eles, fazendo perguntas, levantando colocações, escutando o que eles tinham a dizer, sem dar a resposta à questão.

Talvez sem a atividade e a assessoria pedagógica, o professor poderia não ter conseguido que os estudantes se engajassem no trabalho e conversassem sobre o conceito de energia de ionização, expusessem os seus pontos de vista e construíssem hipóteses, através dos desenhos, para tentar compreender a organização dos elétrons do átomo.

Quando solicitados, 71% dos estudantes conseguiram fazer a distribuição eletrônica em níveis de energia de alguns elementos químicos. Entretanto, acredito que não é possível constatar se eles compreenderam que os gráficos e tabelas estudados constituem uma evidencia de que os elétrons estão localizados em níveis de energia.

Apesar disso, acredito que, por meio da discussão feita durante a realização da atividade, alguns estudantes parecem ter conseguido formar, pelo menos inicialmente, uma boa noção sobre os fatores que afetam a energia de ionização dos átomos. Segue a reprodução de algumas respostas dadas pelos estudantes, sem correções:

Questão: Proponha uma explicação para a variação das energias de ionização para os átomos com base nas suas observações nas tabelas e gráficos e tendo em vista a sua hipótese inicial sobre a organização dos constituintes do átomo. O que você pode concluir?

A1: Olhando de trás para frente (se referindo a distribuição eletrônica) há um grande aumento da energia de ionização. E quanto mais próximos os elétrons estiver dos prótons, maior será a atração.

A2: A energia de ionização depende da carga que é o número de elétrons e do número de prótons e da quantidade de camadas. Quanto mais longe do núcleo, menor a atração.

Acredito que a atividade apresentou características investigativas porque, partiu de uma problematização, levou os estudantes a fazerem uma análise dos valores da energia de ionização e a deduzirem o comportamento dos elétrons dos elementos químicos selecionados. Houve a formulação de hipóteses, que foram expostas por meio dos modelos de átomos propostos por eles (figura 3). Os estudantes então confrontaram os dados sobre as energias de ionização com o modelo e relacionaram a energia de ionização com a localização dos elétrons nos níveis de energia. (AZEVEDO, 2013)

Considero também que os dados presentes nas tabelas e gráficos que compõe a atividade disponibilizaram ferramentas culturais que mediaram a ação da construção do conceito de energia de ionização (WERTSCH 1999). A utilização dos gráficos e tabelas, juntamente com as discussões mobilizou os estudantes a resolverem o problema da definição do conceito de energia de ionização e os fatores que nela afetam. Quando foi requerido o uso do conceito alguns estudantes conseguiram utilizar das relações construídas para explicar o comportamento dos valores de energia de ionização dos elementos químicos.

7.3 Atividade 3: As propriedades periódicas: Trabalhando com bancos de dados.

Essa foi uma das primeiras atividades que o pesquisador professor autor desenvolveu com base no referencial teórico do ensino de ciências por investigação. Consideramos que o conhecimento sobre as propriedades periódicas é estruturador de diversos conceitos em Química. Entretanto, me incomodava o fato de que os estudantes decoravam as tendências de algumas propriedades periódicas sem compreender o significado e as consequências destas nas propriedades dos materiais. Assim, construí uma proposta de trabalho na qual os estudantes fariam uma análise de algumas propriedades dos elementos utilizando dados teóricos obtidos de fontes confiáveis de consulta. Trata-se também de uma proposta de atividade investigativa utilizando banco de dados (CARVALHO, 2013), em que a questão central era: Se os elementos químicos são organizados a partir das semelhanças de suas propriedades químicas, quais seriam essas propriedades e como elas variam? Também procuramos discutir qual é a importância de se conhecer tais propriedades no sentido de se prever os comportamentos dos materiais e tipos de ligações. Enfim, tentamos demonstrar que a tabela periódica é um instrumento que agrega muitas informações sobre o comportamento da natureza.

Como a atividade foi desenvolvida

A atividade foi desenvolvida no espaço do laboratório de ciências, em turmas do 1º ano do ensino médio de uma escola da rede particular de ensino de Belo Horizonte na qual o pesquisador atua como professor. Os estudantes já haviam feito as atividades 1 e 2 e dominavam a distribuição eletrônica por níveis de energia utilizando a tabela periódica. Somado a isso tinham noções sobre a interação entre cargas opostas e sobre o conceito de força elétrica.

Da mesma forma que na atividade 2, esta foi pensada de forma que os estudantes deduzissem, a partir dos dados presentes em algumas tabelas, as tendências gerais de comportamento de algumas propriedades periódicas. Escolhemos trabalhar com os valores de raios atômicos, energias de ionização, afinidades eletrônicas e eletronegatividades.

Dessa forma, recomendamos a organização da turma, em grupos de cinco a seis alunos tal como sugerido por Carvalho (2013), para fomentar a discussão com o auxílio do professor. Nesse contexto eles puderam levantar suas hipóteses, testá-las e tentaram sistematizar as tendências.

O material de trabalho é constituído de quatro tabelas contendo os valores de raios atômicos, energias de ionização, afinidades eletrônicas e eletronegatividades. (Figura 4).

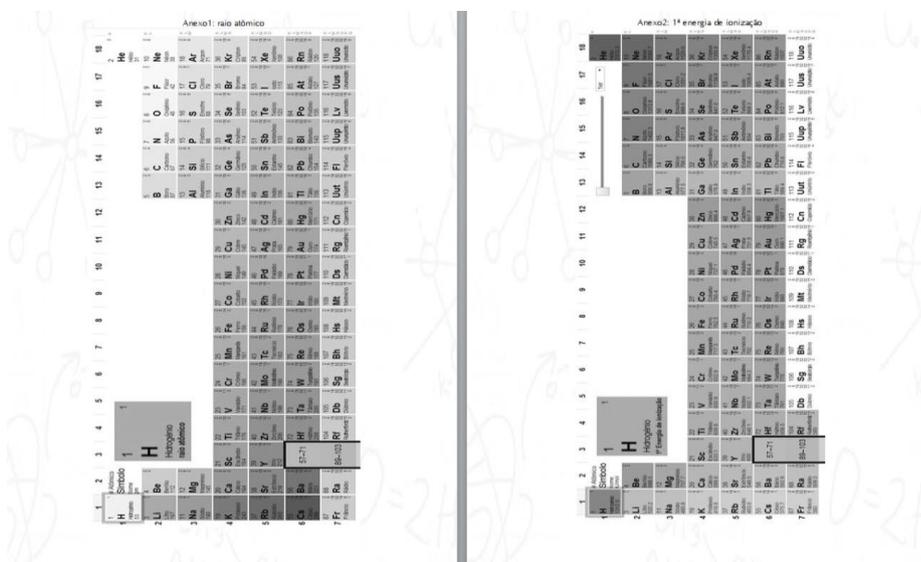


Figura 5 : Anexos da atividade 3 com os valores de consulta.

Análise do raio atômico

Antes de iniciar os trabalhos, recomendamos que os alunos fizessem uma leitura prévia do capítulo do livro didático, anotando as definições das quatro propriedades (os textos trazem essas definições, muitas vezes, em destaque) e as dúvidas de leitura.

A primeira questão visou levantar hipóteses sobre como o raio atômico é afetado. Tentamos estimular os estudantes a colocarem seus pontos de vista assegurando que não havia necessidade de se acertar o conceito. A seguir, iniciamos uma análise dos valores dos raios atômicos, primeiro ao longo de uma família. Posteriormente, fiz a análise da variação do raio atômico ao longo de um período. Tal prática foi feita para demonstrar aos estudantes como a análise deveria ser realizada. Finalmente, expus no quadro, o gráfico com os valores dos raios atômicos dos elementos de números atômico 1 até 56 e a tendência geral para o comportamento do raio atômico.

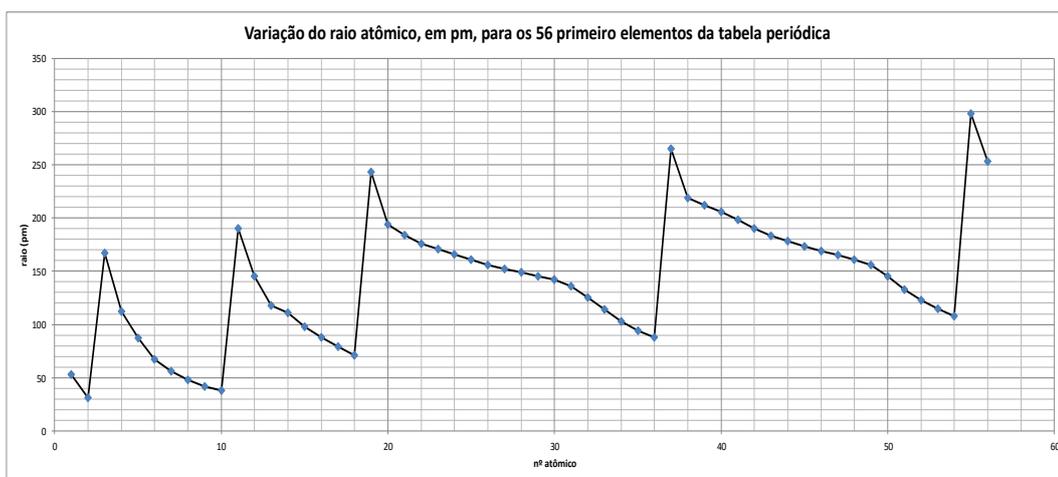


Figura 6: variação do raio atômico dos 56 primeiros elementos químicos em função do número atômico.

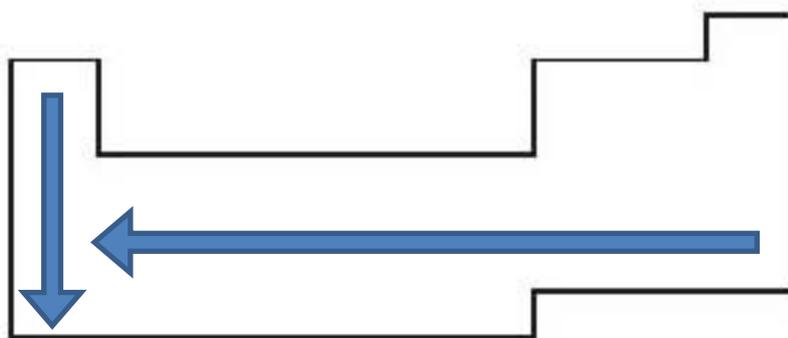


Figura 7: Tendência observada para o crescimento do raio atômico dos elementos químicos ao longo da tabela

Achei esse procedimento importante porque, em anos anteriores, os estudantes tiveram muita dificuldade em realizar as análises sem terem visto um modelo para se basearem.

Análise das demais propriedades periódicas

Iniciei o trabalho com as demais atividades fazendo uma análise sobre a energia de ionização e em seguida deu as instruções para iniciar o trabalho, recomendando que os estudantes

anotassem todas as hipóteses e as discussões. Para desenvolver o exercício, os alunos foram levados ao laboratório de ciências, que é dotado de mesas de trabalho para cinco a seis pessoas.

P: É o seguinte: Quando fizemos a análise sobre o raio atômico levantamos a hipótese de que ele dependia do número de camadas do átomo, não é isso? E na hora em que fizemos a análise da tabela nós vimos que realmente isso acontecia: que o tamanho do átomo cresce com o número de camadas dos átomos. A gente fez uma segunda hipótese de que o raio tem o mesmo comportamento para elementos do mesmo período, que não faria diferença. A gente viu que essa hipótese furou ne? Que ao longo de um período o valor do raio atômico vai diminuindo com o aumento do número atômico e aí a gente teve que mudar a nossa hipótese para explicar porque isso acontece e discutimos que a força elétrica que atua entre prótons e elétrons aumenta a medida que a carga nuclear aumenta, beleza? Então agora vocês vão trabalhar do mesmo jeito para as demais propriedades. Vão levantar as hipóteses e testa-las utilizando os encartes de tabelas que estão nas bancadas de vocês. Mãos a obra!

Em seguida os estudantes iniciaram os trabalhos. Durante toda a atividade circulei entre as mesas de trabalho. Mesmo tendo participado da análise do raio atômico, os estudantes requisitaram ajuda durante a análise dos dados. Apesar da recomendação de trabalharem as análises juntos, alguns estudantes dividiram os gráficos entre os integrantes do grupo. Reiterei a importância de que a análise fosse feita em grupo, gráfico por gráfico, e que a discussão era a parte mais importante.

Durante todo o período do trabalho os estudantes discutiram em seus grupos sobre as questões e fizeram as análises. Muitos acharam a atividade difícil pela falta de um padrão mais exato aparente. Só com o meu auxílio eles conseguiram dar andamento ao trabalho. Essa dificuldade já era esperada porque optei por trabalhar com dados realísticos, que, segundo Carvalho (2013) exige operações intelectuais de cooperação e linguagem mais especializada. Dessa forma, a mediação do professor, colocando questões e enriquecendo a discussão se torna essencial. Um trecho da discussão entre professor e alunos pode ser verificado, no extrato a seguir, onde P equivale a fala do professor e A, a fala dos alunos, sem correções:

Sequência 4: Discussão sobre a variação da energia de ionização na tabela periódica.

Turno	Falas (P – Professor e A – Aluno)
01	P: E aí? O que vocês deram conta de fazer?
02	A1(os demais alunos do grupo falaram quase em uníssono com ele): A gente conseguiu analisar a energia de ionização no trabalho.
03	P: Da energia de ionização vocês deram conta?
04	A2: Aham!!(Balançou a cabeça indicando o aparente sucesso do trabalho.)

05	P: E o que vocês concluíram?
06	A1 e A3 (ao mesmo tempo) que quanto maior o raio atômico menor as energias de ionização.
07	A2: É a eletronegatividade? O que é a eletronegatividade?
08	P: eletronegatividade é o poder de atração dos átomos sobre os elétrons em uma ligação química.
09	A4: sobre todos os elétrons ou sobre os primeiros (apontou para os elétrons da valência, provavelmente, queria dizer os últimos)
10	P: Na verdade os de valência.
11	A2: então a força de atração desse aqui ó (aponta para flúor) é alta olha (acho que é 3,98 e compara com o lítio) porque nesse aqui (aponta para o sódio) o elétrons que tá na última camada tá (sic) mais longe do núcleo.
12	A1: E esses daqui (aponta para os gases nobres) porque não tem valor?
13	P: porque não tem! São gases nobres.
14	A4: Ai não tem porque não faz ligação?
15	P: Sim! Se não faz ligação não tem sentido falar em eletronegatividade. Por favor, anotem todas essas coisas hein!

Utilizei do discurso de autoridade na maior parte do diálogo, mas, os estudantes colocam questões e a discussão ocorre de maneira interativa (AGUIAR E MORTIMER, 2005). O padrão de discurso segue uma sequência em que ocorreu uma iniciação e, em seguida alunos e professor fazem colocações e, ao final, ocorre a avaliação/conclusão do professor. Como se trata de um assunto mais complexo, os estudantes tiveram muita dificuldade de trabalhar. Assim, o professor não poderia deixar a discussão a cargo dos alunos e, penso que, isso justificaria o uso de um discurso de autoridade em boa parte do debate.

Discussão em sala

De volta a sala de aula, os estudantes e o professor começaram a discutir as conclusões do trabalho com as tabelas. Faço a transcrição de um trecho do diálogo, onde P é a fala do professor e A, a fala dos alunos, sem correções:

Sequência 5: Diálogos entre o professor e os estudantes sobre as propriedades periódicas.

Turno	Falas (P – Professor e A – Aluno)
01	P: (Faz a projeção dos dados analisados em slides) Então pessoal, eu tinha pedido que vocês observassem os dados nas tabelas e levantassem hipóteses sobre as tendências das propriedades na tabela. E aí? O que vocês descobriram?
02	A1: Que quanto maior o raio atômico menor a energia de ionização.
03	P: (escreve a fala do aluno no quadro) por que você está falando isso?
04	A1: Por causa da distância entre o núcleo e os elétrons.
05	P: Como assim?
06	A2: Por que quanto mais longe do núcleo menor é o poder de atração.

07	P: E vocês (devolve a fala para a turma) vocês concordam com isso? (Em uníssono a turma respondeu que sim embora parecessem pouco convictos da resposta, porque a fala foi em um tom mais suave.)
08	A1: Também tem o negócio do número de prótons e elétrons.
09	P: O que é que tem o número de prótons e elétrons?
10	A1: Ué, quanto maior o número de prótons maior a força de atração.

Mais uma vez, eu assumi um discurso de autoridade, embora tentasse discutir com a turma abrindo para o debate. Do turno 1 ao turno 6 observa-se um padrão de discurso do tipo iniciação-resposta-avaliação. Iniciei com uma pergunta, os estudantes responderam e eu coloquei uma nova questão para tentar trazer mais elementos para a conversa. Curiosamente, no turno 6, ocorre a intervenção de um aluno, levantando o problema da força de atração em função do número de prótons e elétrons. Acredito que, por se tratar de um assunto complexo, alguns alunos tiveram dificuldades de fazer as classificações e por isso, poucos se manifestaram durante a discussão.

As tendências esperadas para as energias de ionização e as eletronegatividades são muito parecidas. Por isso a análise com os estudantes não apresentou maiores dificuldades nessas tendências. O que chamou a atenção, no caso da afinidade eletrônica de uma falta de padrão aparente, algo que incomodou bastante os estudantes, quando se verifica os valores que constam do anexo 3 dessa atividade. Aqui tive que utilizar um discurso de autoridade quase que na forma de um monólogo. Assim, apresentei o gráfico acreditando que ele poderia dar uma visão mais refinada sobre a periodicidade aproximada da afinidade eletrônica na tabela periódica.

Tentei chamar a atenção para valores notáveis no gráfico:

- As elevadas afinidades eletrônicas dos halogênios.
- Das baixas afinidades eletrônicas dos metais, em particular, dos metais alcalinos e alcalinos terrosos.
- Das afinidades nulas dos gases nobres.

Este último fato ajuda a sustentar a baixa reatividade dos gases nobre (altas energias de ionização e afinidades eletrônicas nulas). Também dá subsídios para discutir porque os metais formam preferencialmente cargas positivas e os não metais, cargas negativas.



Figura 8: Tendência aproximada observada para o aumento da 1ª afinidade eletrônica

Essa foi, na minha opinião, a atividade mais complexa para os estudantes e exigiu da minha parte um aprofundamento muito grande, para além dos livros didáticos, nos estudos sobre o assunto. Dessa forma, durante as discussões eu poderia dispor de argumentos seguros sobre o comportamento das propriedades periódicas. O meu objetivo era transcender o conhecimento das tendências observadas nessas propriedades, tentando aprofundar um pouco sobre porque os padrões na tabela acontecem.

Apesar da dificuldade, considero que a atividade foi desenvolvida de forma investigativa, porque, segundo Azevedo (2013), partiu de um problema concreto que foi a busca pelos padrões das propriedades dos elementos. Possibilitou o levantamento de algumas hipóteses e favoreceu a realização de testes utilizando os bancos de dados. Por fim, favoreceu a discussão em sala, ainda que em pequena escala.

Os alunos parecem ter se apropriado do conceito das propriedades periódicas para resolver problemas comumente propostos sobre o tema. Reproduzo a seguir algumas respostas dos estudantes a uma questão que envolve energias de ionização, sem correções:

Questão (UFES 2015) O cálcio e o bário são elementos que pertencem à família 2A (Grupo 2) da tabela periódica. Mesmo sendo da mesma família, seus compostos possuem algumas aplicações distintas, por exemplo: o carbonato de cálcio é encontrado nos tecidos ósseos, enquanto o carbonato de bário pode ser empregado nas armadilhas de ratos ou na construção civil.

EXPLIQUE por que a primeira energia de ionização do elemento cálcio é maior do que a do elemento bário.

A1: A primeira energia de ionização do cálcio é maior que a do bário, porque, como o cálcio tem menor raio atômico do que o bário, seus elétrons estão mais perto do núcleo e conseqüentemente, precisa-se de maior energia para arrancar os elétrons.

A2: O cálcio possui menos elétrons, o que faz com que o mesmo possua menos camadas. Como o átomo de cálcio possui menos camadas, seus elétrons estão em um nível energético bem mais

próximo do núcleo fazendo com que, para arrancar esse elétron sejam gastos níveis maiores de energia. Além disso, a tendência de que a energia de ionização cresce de baixo para cima e da esquerda para a direita. O Ca está acima do Ba na tabela.

A3: o elemento bário possui mais níveis de energia (ocupados) que o elemento cálcio. Assim, o cálcio tem menor raio atômico mantendo seus últimos elétrons de valência (sic) mais próximos do núcleo. A energia para remover o primeiro elétrons no cálcio é maior que a do bário devido a atração entre o núcleo e os elétrons ser maior no cálcio.

Também apareceram respostas em que somente o padrão da tendência foi a justificativa para as diferenças da energia de ionização. Nas turmas em que realizei a atividade, o acerto total da questão, considerando a justificativa baseada na relação entre as propriedades, foi cerca de 50%, o que considero muito significativo. Talvez para esses estudantes o conceito de propriedades periódicas tenha se tornado relacional, quer dizer, as propriedades periódicas podem se relacionar umas com as outras e dependem basicamente dos mesmos fatores. Há sinais de apropriação do conceito. Somando às pessoas que utilizaram somente a tendência de variação das propriedades, o acerto passa dos 80%. Os erros mais comuns foram a confusão entre as variações das propriedades e alguns deixaram a resposta em branco.

Dessa forma, consideramos que as tabelas com os dados das propriedades periódicas que compõem a atividade disponibilizaram ferramentas culturais que mediaram a construção do conhecimento sobre as tendências das propriedades periódicas, favorecendo a apropriação de conceitos (WERTSCH, 1999). A partir das respostas analisadas acima, podemos constatar que estes estudantes aplicaram corretamente os conhecimentos sobre propriedades periódicas relacionando-as com as características estruturais dos átomos.

7.4 Atividade 4: A produção de uma bolsa térmica

Essa atividade foi desenvolvida como uma sugestão de investigação de um grupo de alunos do 2º ano do ensino médio que participaram da segunda mostra de ciências da UFMG ocorrida em outubro de 2013. A participação nesse trabalho foi espontânea e os alunos que se candidataram tinha afinidade com a disciplina. Os estudantes foram contemplados com uma Bolsa de Iniciação Científica Júnior, em 2014, e aprofundaram os estudos sobre a bolsa térmica terapêutica, muito utilizada como compressa de emergência no caso de contusões que acontecem durante as práticas esportivas. Nesse trabalho discutiram-se quais seriam os melhores materiais para se construir uma bolsa térmica que se aquece ou resfria sozinha. A culminância do trabalho aconteceu durante uma atividade de integralização curricular da

escola, chamada Festa da Família onde a comunidade educativa tomou conhecimento da pesquisa desenvolvida pelos estudantes. Ao final do projeto foi produzido um vídeo que faz parte do acervo do site Ponto Ciência e um roteiro para a produção da bolsa térmica. Os estudantes foram entrevistados pelo pesquisador e pela orientadora ao final dos trabalhos.

A proposta partiu dos estudantes quando eles resolveram uma questão de vestibular que tratava do estudo de duas equações termoquímicas que, o enunciado, seriam responsáveis pelo funcionamento das bolsas térmicas empregadas no tratamento de lesões esportivas.



Os estudantes ficaram interessados em compreender o funcionamento dos dispositivos. Como é possível que a bolsa mude de temperatura aparentemente sozinha? Se for possível reproduzi-la em laboratório, quais seriam os materiais mais indicados?

Como foi desenvolvida a atividade

Primeiramente foi feito um estudo sobre as aplicações terapêuticas da compressa quente e fria. Depois foram levantados pelos alunos características esperadas para uma bolsa que poderia ser utilizada com segurança por atletas que sofressem uma contusão durante a sua atividade esportiva. Os estudantes optaram por trabalhar com a bolsa quente e decidiram que ela deveria apresentar as seguintes características:

- a bolsa deve se aquecer sozinha, sem envolvimento de fonte de energia térmica externa, como discutido na questão,
- que seja segura no manuseio, não colocando em risco as pessoas que a utilizarem,
- que não seja prejudicial ao ambiente, caso seja descartada.

Iniciou-se o trabalho através da pesquisa dos principais tipos de bolsa térmica terapêutica que são encontradas no comércio e quais eram as suas características. Optamos por investigar a dissolução do cloreto de cálcio, CaCl_2 em água porque não dispúnhamos do nitrato de amônio, NH_4NO_3 , no laboratório. Assim, foi feito o levantamento das propriedades físicas desse sal.

Todo o cronograma e desenvolvimento das medidas foram decididos em conjunto - alunos e professor. Nesse sentido o professor procurou estimular os estudantes na busca de propostas de trabalhos e de soluções para os problemas conforme mostrado na fala de um dos estudantes entrevistados, onde E é a fala do entrevistador e A é a fala dos estudantes, que está reproduzida a seguir, sem correções:

Sequência 6: Trecho da entrevista entre os pesquisadores e os alunos participantes do projeto da bolsa térmica.

Turno	Falas (E – Entrevistador e A – Aluno)
01	A1. A gente sabe que ele (professor) tá cansado de saber tudo o que ele fala lá, mas ele já fica lá dum jeito tipo assim, vamo pesquisar, vamo fazer junto. Isso acaba estimulando demais o aluno, eu acho.
02	A2. O professor já dava aula prática pra gente, mas, era muita gente fazendo a mesma coisa! Através desse trabalho o professor deu mais liberdade pra gente fazer as coisas, ele deixou a gente procurar as coisas!
03	A3. O bacana da parte do professor foi permitir que a gente conduzisse com ele esse trabalho, sabe? Não foi ele impor um trabalho pra gente trabalhar em cima daquilo que ele quis. Ele sempre pedia a nossa opinião, sempre perguntava se a gente tava achando bacana ou o que a gente sugeria, a troca do material para fazer a bolsa, como seria, inclusive a sugestão da bolsa de alimentação por sonda.
04	E1. E de quem foi essa sugestão?
05	A2. Foi minha! Teve uma época que a minha avó tava se alimentando por sonda que usava essa bolsa de alimentação e eu via que para reutilizar a bolsa a enfermeira fervia a bolsa. Aí eu achei que seria uma boa usá-la no experimento. O professor gostou. A gente testou e utilizou
06	A3. A gente teve a oportunidade de trabalhar com cloreto de cálcio, viu que não deu certo por razão de descarte e trabalhou depois com o acetato de sódio.

Como a condução do trabalho da bolsa térmica foi realizado de maneira diferente das demais atividades, as análises das interações discursivas serão realizadas com base na entrevista com os estudantes. Uma das observações que podemos ressaltar é que o processo da construção da bolsa térmica parece ter acontecido na forma de um diálogo entre o professor e os estudantes. Segundo os alunos, o professor deu liberdade para que o trabalho fosse desenvolvido. Os estudantes tiveram voz ativa durante todo o trabalho e colocaram suas posições e sugestões sobre cada etapa do projeto caracterizando-se como uma forma de diálogo mais aberto e interativo. Eles tiveram inclusive poder de intervenção sobre a proposta da construção da bolsa como mostrado no turno 5.

Depois de descartarem o trabalho utilizando o cloreto de cálcio, os alunos procuraram mais informações sobre a bolsa térmica produzida com acetato de sódio. Primeiro cogitaram produzir o sal, através de uma neutralização ácido-base uma vez que não dispúnhamos do sal em laboratório. Apesar de ser interessante do ponto de vista didático, este experimento apresenta vários relatos de rendimentos pouco satisfatórios. Como o acetato de sódio é um sal relativamente barato (500g custam cerca de R\$ 12,00), o grupo optou, então, pela comprado material para o prosseguimento dos trabalhos de construção da bolsa.

Os estudantes pesquisaram na internet e nos livros de química do ensino médio sobre a solubilidade do acetato de sódio em água e constataram que algumas das fontes eram

conflitantes entre si. Assim, eles foram obrigados a testar os valores de solubilidade até conseguirem um valor ideal para a precipitação, como demonstrado no trecho em que o estudante descreve a parte desse procedimento.

Sequência 7: Trecho da entrevista entre os pesquisadores e os alunos participantes do projeto da bolsa térmica.

Turno	Falas (E – Entrevistador e A – Aluno)
01	A3. A gente pesquisou e tinha algumas referencias até que traziam dados diferentes pro acetato de cálcio.
02	E. E ai o que vocês fizeram?
03	A2. A gente testou diversas quantidades porque se colocasse um pouquinho a menos não precipitava o acetato e um pouquinho a mais precipitava por qualquer coisinha!

Por meio da discussão constante entre os alunos e o professor a simulação da bolsa térmica foi construída e proporcionou um aprofundamento de estudos e uma construção de conhecimentos rico e multidisciplinar.

Uma vez pronto o trabalho o grupo preparou para apresentar os resultados de suas pesquisas para a comunidade escolar durante a Festa da Família. A preocupação dos estudantes em preparar uma apresentação acessível a todos foi o foco das discussões. O projeto despertou a atenção dos membros da comunidade escolar antes mesmo da apresentação na festa. Os resultados foram avaliados como muito positivos pelos participantes como conta um dos estudantes entrevistado pelos pesquisadores:

Sequência 8: Trecho da entrevista entre os pesquisadores e os alunos participantes do projeto da bolsa térmica.

Turno	Falas (E – Entrevistador e A – Aluno)
01	A1. Isso que ele (A2) falou de passar a informação com a linguagem mais simplificada, achei até interessante que teve uma vez na mostra, tinha pessoas de diversas idades e aí um menininho veio e me falou: <i>vai explodir alguma coisa?</i> E eu falei não então ele disse não quero participar (risos) Aí, tipo quando vinha criança a gente tentava explicar de um jeito mais próximo da linguagem deles. A gente falava mais simplificado assim. Eu achei que essa satisfação que demos para a comunidade em geral foi muito bacana porque, igual, os professores (do colégio) chegavam falando: <i>ah! que bacana tão fazendo o projeto!</i> E ai eu expliquei pra ele o que a gente fez e todo mundo em volta perguntava ai eu explicava e os outros também!
02	E1. Interessante que o vídeo <i>bombou</i> na internet!
03	E2. As visualizações? (no ponto ciência)
03	E2: Sim! Teve até comentários!

Temos indícios de que a atividade apresentou características investigativas, uma vez que, tal qual recomenda Azevedo (2013): partiu de um problema concreto de interesse dos estudantes;

houve o planejamento das atividades em conjunto com o professor; permitiu a formulação de questões; possibilitou o levantamento de hipóteses sobre como dar uma resposta para o problema; permitiu aos estudantes a realização dos testes para simular a bolsa e para realizar o ajuste das quantidades de materiais necessários para a construção. Os resultados do trabalho foram divulgados para a comunidade escolar e publicadas no site Ponto Ciência¹¹.

Também podemos concluir que a atividade favoreceu a ocorrência de discussão entre alunos e professor, onde cada um dos membros do grupo teve voz ativa e foram ouvidos pelo professor.

Consideramos que todos os dados produzidos durante as pesquisas para a produção da bolsa térmica forneceram ferramentas culturais (WERTSCH, 1999) que mediarão a construção de diversos conteúdos acadêmicos, como os conceitos relacionados aos processos endotérmicos e exotérmicos, transferência de energia térmica, solubilidade de sais, fisiologia humana. Também estimulou a criatividade, a curiosidade, o interesse, a colaboração e a responsabilidade (AZEVEDO, 2004) que consideramos fundamentais para a formação integral do educando.

7.5 Atividade 5: A produção de sabões

A atividade da produção de sabões nasceu da curiosidade do professor autor pesquisador e de seus estudantes quando se depararam com a notícia de que foi encontrada uma bola de gordura e papéis descartados com mais de 15 toneladas no subterrâneo de Londres. Durante a discussão em sala propus aos alunos um trabalho de pesquisa sobre o que poderia ser feito para que o óleo utilizado nas residências e nos restaurantes não fosse parar no esgoto.

Como foi desenvolvida a atividade

Iniciei o trabalho propondo uma reflexão sobre o problema do descarte inadequado do óleo de cozinha nas pias utilizando para isso o texto da reportagem publicada no jornal *The Telegraph*¹², sobre o *Fatberg* encontrado no interior dos esgotos de Londres. O que chama atenção na notícia é a massa da bola de gordura e outras sujeiras com mais de 15 toneladas. Depois de ler e refletir com os estudantes sobre a reportagem o professor propôs que os

¹¹www.pontociencia.org.br atualmente o vídeo do experimento não pode ser visualizado porque o site encontra-se em fase de reformulação.

¹²Disponível em <http://www.telegraph.co.uk/news/newsvideo/weirdnewsvideo/10226105/Fifteen-tonne-fatberg-clogs-Londons-sewers.html> Sources: ITN/AFP/CountyClean © Copyright of Telegraph Media Group Limited 2015. Acesso fevereiro de 2015. Traduzido pelo professor David A. P. Silva

estudantes trouxessem na aula seguinte receitas para a fabricação de sabões caseiros. Na aula seguinte, em grupos de quatro a cinco, os estudantes compararam as receitas obtidas em sites da internet ou trazidas de casa.

Ao finalizarem as suas anotações, os estudantes procuraram, utilizando a internet móvel, as explicações para o uso de alguns dos ingredientes da receita. Alguns inclusive tentaram aprimorá-las aplicando cálculos estequiométricos na proporção entre óleo e soda cáustica ao lidar com o problema da alcalinidade dos sabões. Por se tratar de um assunto mais complexo, o envolvimento de cálculos nos trabalhos foi mais raro, tendo despertado pouca atenção dos estudantes. Segue um trecho da entrevista feita com estudantes que participaram da atividade:

Sequência 9: Trecho da entrevista entre os pesquisadores e os alunos participantes do trabalho dos sabões.

Turno	Falas (E – Entrevistador e A – Aluno)
01	A1. Uma coisa que eu lembrei aqui, sobre esse jeito investigativo de conduzir foi a aula sobre a fabricação do sabão. Que a gente teve que buscar a receita, cada um buscou uma receita e no grupo a gente pegava uma coisa de uma receita outra de outra e comparava para ver se aquilo era melhor que a da outra. Isso a gente ficou muito tempo nesse assunto discutindo aquelas fórmulas e tudo. Acabou que coincidentemente uma das fórmulas que a gente discutiu caiu no ENEM!
02	E1: Que bom né!!! Porque olha só pra você ver! Aposto que lá enquanto o professor estava fazendo essas propostas vocês podem ter pensado assim: “ <i>Nossa! Por que o professor, ao invés de dar a matéria manda a gente procurar receita de sabão!</i> ” Não é?
03	A1. Achei legal demais!!!
04	E1. E Aí você só vai ver a validade desse tipo de aula depois porque você está aprendendo sem ver! (<i>Nesse momento os três entrevistados balançam a cabeça, com muita ênfase, concordando com a fala do entrevistador</i>)
05	A1. E acaba ficando uma coisa natural porque de tanto a gente ver e a gente mesmo buscando aquilo (<i>as informações</i>), não tem nem jeito de não lembrar!
06	E1. E o que vocês tiraram desse trabalho do sabão?
07	A1. A gente aprendeu aqueles negócios do triglicerídeo, reações de esterificação, o professor passou com o trabalho do sabão também. Então eu acho muito melhor aprender assim do que pegar a página do livro e ler lá.
08	E1. E vocês investigaram a produção de sabões?
09	A2. Sim a gente procurou assim. Porque essa receita tem isso, porque isso acrescentado aqui produz sabão melhor. Igual, porque esse sabão tem álcool, no outro tem amaciante, é só pra dar cheiro? Ou tem algum outro efeito? A gente foi investigando...

Ao final do trabalho os alunos e o professor se reuniram para discutir as suas pesquisas. Cada grupo elegeu um relator para apresentar suas discussões para os demais membros da classe. Foram abordadas as semelhanças e diferenças entre as receitas pesquisadas e as possíveis explicações para o uso dos ingredientes de cada uma delas. Os estudantes entraram em acordo

que a soda cáustica e os diversos tipos de gordura ou óleo são os principais ingredientes na fabricação do sabão. Ressaltaram a importância de se controlar, de alguma forma, a quantidade de soda cáustica adicionada nas receitas com o intuito de não sobrar um material que, segundo eles, seria nocivo para as pessoas e para o meio ambiente.

A partir do relato dos estudantes, podemos caracterizar a dinâmica de aula como dialógica e interativa porque segundo Mortimer e Aguiar (2005) os estudantes puderam debater sobre um tema polêmico através de uma sequência que foi iniciada pelo professor e os estudantes conduziram a discussão até que houvesse o consenso sobre o que seria necessário para fazer o sabão artesanal.

Outro momento rico foi a discussão sobre a orientação de se fazer o sabão somente no período da lua crescente. Os estudantes debateram sobre esse problema tentando avaliar se era de cunho científico ou não. Esse procedimento foi marcante para os estudantes que participaram da entrevista de avaliação da atividade como mostrado no trecho a seguir:

Sequência 10: Trecho da entrevista entre os pesquisadores e os alunos participantes do trabalho dos sabões.

Turno	Falas (E – Entrevistador e A – Aluno)
01	A1. Também tem o fato da lua crescente pra fazer sabão... Qual seria o possível efeito que teria no sabão...
02	E1. É aí?
03	A1. Bom no final, eu lembro que depois da sala discutir, de alguns da sala defenderem e outros que ficaram contra, a gente acabou optando que a lua não teria esse efeito.
04	E1. Descartaram a lua?
05	A1. Descartamos a lua.
06	A2. Ai depois o professor pegou até aquela coisa do horóscopo, das estrelas da lua, astrologia né, pra mostra que aquilo é só senso comum né? Ele (professor leu o horóscopo em três sites diferente para o mesmo signo). Em cada um deles dava informações diferentes.

A proposta de intervenção que fiz a seguir não visava diminuir o conhecimento advindo da sabedoria popular, que reconheço como sendo fundamental para a formação da nossa riqueza cultural. Como representante do conhecimento químico na sala de aula, eu tinha como objetivo apresentar o ponto de vista da ciência na produção de sabões.

Ocorreu-me utilizar o exemplo do horóscopo para tentar buscar aprofundar a discussão sobre a influência dos astros sobre os materiais e a vida das pessoas. Fiz leitura de vários horóscopos num dia para um mesmo signo e chegamos a dados completamente diferentes, muitas vezes vagos e até mesmo impessoais. Poderiam servir para qualquer pessoa de qualquer signo dependendo até do estado emocional do indivíduo.

Outra tentativa de provocação que fiz foi através da comparação das magnitudes das forças que estariam envolvidas. A pergunta que fiz foi: *Segundo a ciência acadêmica, a influência da força gravitacional da lua sobre as moléculas de sabão seriam mais efetivas que as forças elétricas que atuam entre as moléculas do sabão?* Tentei desenvolver a ideia de que as forças elétricas que atuam entre as moléculas são muito mais intensas que as forças que atuam entre a lua e as moléculas do sabão.

Um terceiro problema que abordei na discussão diz respeito ao tempo para a produção do sabão. As indústrias só produzem sabão no período de lua crescente? Porque se for assim, haveria um problema de oferta de sabão para o mercado consumidor. Assim os estudantes acabaram por abandonar a ideia de que houvesse uma explicação de ciência acadêmica para a influência da lua sobre a produção de sabão.

Acredito que a atividade apresentou características investigativas porque partiu de um problema concreto, possibilitou aos estudantes a pesquisa de diversas formas de produção dos sabões, permitiu o debate dos fatores que poderiam afetar nessa produção (AZEVEDO, 2013). Acredito que a discussão sobre sabões conduzida dessa forma teve grande valia para os estudantes. Os resultados das pesquisas feitas pelos estudantes se constituíram como ferramentas culturais durante o desenvolvimento da atividade de produção de sabões (WERTSCH, 1999). Através do relato dos estudantes que participaram da entrevista, podemos constatar que as interações feitas através do uso dessas ferramentas podem ter levado à apropriação de conhecimentos sobre substâncias inorgânicas e orgânicas, triglicérides, reações de saponificação, bem como fatores ambientais envolvidos no descarte inadequado de óleos nos esgotos. Os estudantes tiveram a oportunidade de investigar sobre a fabricação de sabões, discutindo sobre as influências de vários fatores que poderiam afetar o processo.

Além do conteúdo acadêmico, a atividade estimulou a curiosidade dos estudantes, favoreceu a pesquisa em diversas fontes de conhecimento como, outros livros didáticos e internet, favoreceu o uso de tecnologias de informação, como a internet móvel durante o debate de ideias, para a busca de novos elementos que pudessem contribuir para as discussões.

Também para mim foi um momento rico de aprendizagem porque o desenvolvimento da atividade me levou a mobilizar conhecimentos que estão para além da minha prática docente de Química.

8. CONCLUSÕES

Para esta seção voltamos às hipóteses formuladas no início desse trabalho e tecemos considerações sobre elas.

Consideramos que a reconstrução das atividades foi bem sucedida. Elas foram repensadas segundo os referenciais teóricos do ensino de ciências por investigação e das interações discursivas. Também procuramos adaptar as atividades segundo as ideias da teoria da ação mediada, para que estas funcionassem como ferramentas culturais que poderiam mediar a construção de conceitos importantes na Química.

Por meio das discussões podemos notar que o desenvolvimento das atividades durante as aulas de química podem ter contribuído para o aparecimento de diversos padrões de interações discursivas dialógicas entre professor e aluno e entre os estudantes. À medida que eles realizavam as atividades, puderam discutir sobre o conteúdo de química para tentar resolver os problemas propostos. Essa discussão foi mediada constantemente pelos professores, que circularam por toda a sala de aula, durante o período em que os estudantes estavam trabalhando, tirando dúvidas, colocando questões, elogiando e incentivando o trabalho de seus alunos.

Por meio dessa abordagem, acreditamos que a proposta de trabalho com atividades investigativas favoreceu uma mudança na dinâmica da classe. Os estudantes, que antes permaneciam sentados em fila, se engajaram nas atividades e pudemos inclusive notar a movimentação deles entre os grupos na sala. A maioria dos estudantes participou ativamente das atividades propostas e das discussões. Isso foi possível porque foi criado um ambiente no qual os estudantes foram ouvidos, tiveram voz e vez de falar, sendo encorajados pelos professores a participarem do processo colocando seus pontos de vista, mesmo que as ideias inicialmente não correspondessem ao conceito científico (CARVALHO, 2013). Sem as atividades planejadas e orientadas, talvez os professores não conseguissem o mesmo envolvimento que os alunos demonstraram durante as aulas. Eles poderiam desenvolver os conteúdos, mas, talvez as interações que foram observadas durante as atividades não teriam se dado com igual intensidade.

As atividades investigativas podem ter contribuído para que os estudantes se apropriassem de conceitos químicos importantes e de maneira bem estruturada. As respostas dos alunos em testes realizados depois da aplicação das atividades sugerem que, em alguns casos, ocorreu a apropriação dos conceitos. Acreditamos que, de acordo com Wertsch (1998), depois de terem interagido com as ferramentas culturais, caracterizadas aqui pelos dados produzidos a partir do uso das atividades, os estudantes utilizaram os conceitos químicos aprendidos de forma

mais profunda, como visto, por exemplo, nas respostas dadas pelos estudantes na atividade de propriedades periódicas.

A partir da análise das respostas dos estudantes das escolas pública e privada de Belo Horizonte, pudemos constatar que as atividades investigativas podem ter contribuído para a construção de conceitos estruturadores em química. Chamou-me a atenção que algumas das atividades que pude reproduzir em ambas as redes de ensino tiveram resultados muito significativos e semelhantes. Ou seja, a contribuição do trabalho desenvolvido através de atividades investigativas é de grande valor para os estudantes, independente da rede em que estudam.

Além do conteúdo químico, acreditamos que os estudantes tiveram a oportunidade de conhecer um pouco mais alguns dos métodos utilizados em pesquisas científicas. Puderam discutir problemas, levantar hipóteses, tratar dados experimentais, confrontar informações, algumas com pontos controversos, utilizando o pensamento crítico e aprenderam a construir propostas em equipes. Tiveram a oportunidade de aprender a se colocar perante um grupo e discutir ideias, fundamentando-as segundo os dados oferecidos através das atividades e exercitando o uso da linguagem científica. Em algumas das atividades eles puderam vislumbrar questões que transcendem o conhecimento acadêmico, relacionando aspectos tecnológicos, sociais e atitudinais como, por exemplo, no caso da atividade de sabões, discutiram os impactos ambientais, sociais e tecnológicos envolvidos na produção dos sabões, confrontado os diversos pontos de vista sem desqualificar a opinião dos outros.

Finalmente, afirmamos que nenhuma atividade é intrinsecamente investigativa, dialógica ou se constitui numa ferramenta cultural, ainda que tenha sido concebida para tal finalidade. Ficou claro para nós que a forma de condução empregada pelo professor é que vai torná-la investigativa ou dialógica. Essa dificuldade acabou reverberando na escrita da assessoria pedagógica. Procuramos tomar o cuidado de fornecer o máximo de informações possíveis para tentar ajudar aos professores que quiserem fazer uso das atividades. Entretanto, não existe uma receita pronta. É preciso ter em mente, citando o poeta Antônio Machado¹³ que *não há caminho, o caminho se faz ao caminhar*. Mas o caminho pode ser construído a partir das muitas possibilidades a serem discutidas e compartilhadas através das publicações, relatos de experiências, livros e cursos de formação. Consideramos que é importante a instrumentalização do professor, não só no aspecto teórico do conteúdo, como também nos

¹³Antonio Cipriano José María y Francisco de Santa Ana Machado Ruiz, (1875 -1939) poeta espanhol do período moderno.

referenciais teóricos do ensino de ciências por investigação e o conhecimento da importância das interações discursivas em sala de aula.

Acreditamos que, se o professor se preparar para as suas aulas levando em conta essas dimensões, ele poderá conduzi-las de uma forma que nos parece mais interativa e dialógica, podendo motivar a participação dos estudantes na construção de conhecimentos em Química.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ensinar Ciências é, para mim, uma oportunidade de conviver com as pessoas e de me renovar a cada encontro com as novas turmas, discutindo, aprendendo e compartilhando com os estudantes um pouco das possibilidades que o conhecimento científico pode oferecer no sentido da formação humana. Como dito no início dessa dissertação, sou professor do Ensino Médio de Química há 17 anos sempre tive o interesse em pesquisar práticas que poderiam favorecer o aprendizado de conceitos químicos. Em 2014, quando ingressei no Mestrado Profissional - Educação e Docência, oferecido pela Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais em convênio com a Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais, tive a oportunidade de aprofundar meus estudos sobre os referenciais teóricos que são fundamentais para compreender a dinâmica em sala de aula. Foi também de grande valor para mim, como pesquisador, a possibilidade de articular a pesquisa científica e acadêmica à prática docente escolar, o que pode tornar o meu trabalho como professor mais qualificado no sentido procurar formas de trabalhar que sejam mais adequadas para a formação integral (acadêmica e cultural) dos estudantes, bem como a minha formação geral.

Finalmente, eu tinha um desejo de despertar a curiosidade de alunos e professores para as possibilidades que o conhecimento científico nos oferece. Não se trata de entrar em outro mundo, distante de qualquer realidade, mas fazer uma nova leitura através dos métodos da ciência sobre o nosso mundo. Através desse trabalho, pude observar a satisfação de alunos e professores ao conseguirem resolver novos problemas utilizando os conceitos que podem ter sido construídos através das atividades.

Infelizmente não consegui fazer uma nova aplicação das atividades na escola que estava acompanhando. Gostaria de fazer essa nova aplicação em um momento oportuno. Entretanto vou continuar aplicando e aprimorando essas atividades durante o meu trabalho na escola.

Assim, acredito que poderíamos propor um aprofundamento dos estudos sobre como o uso das atividades estruturadas segundo os referenciais teóricos que norteiam essa dissertação poderiam ser utilizadas para proporcionar ferramentas culturais (WERTSCH, 1999) que, além de favorecerem o aparecimento de dinâmicas discursivas entre alunos e professores, poderiam

levar a apropriação de outros conceitos estruturadores da Química que não foram explorados nesse trabalho. Gostaria de continuar a pesquisa agregando novos referenciais teóricos como, por exemplo, estudar mais a fundo se existiria uma maneira de se utilizar as atividades para identificar os tipos de perfis conceituais de alguns conhecimentos de química, nos baseando nos trabalhos de Mortimer e El-Hani (2014)¹⁴, cujo o livro sobre perfis conceituais foi lançado recentemente. Estou muito interessado em conhecer mais a fundo esse referencial teórico.

Também poderíamos estudar as atividade 4 e 5 segundo um enfoque de ensino CTS¹⁵. Segundo Santos e Mortimer (2002), essas duas atividades apresentam aspectos sobre como a ciência pode influenciar sobre o desenvolvimento tecnológico e social. Dessa forma poderíamos investigar quais seriam as consequências de uma incorporação do conteúdo CTS ao conteúdo programático de química, onde o ensino dos conceitos é feito de maneira tradicional, mas, com a discussão de pequenos tópicos no ensino de Química.

Por fim, um dos objetivos dessa dissertação foi o de verificar se o uso das atividades favoreceria o aparecimento de dinâmicas discursivas em sala de aula. Isso foi verificado em todas as atividades. Dessa forma, seria interessante continuar a pesquisa, aprofundando as análises dos discursos segundo outros referenciais teóricos que, por uma limitação de tempo, não puderam ser utilizados nesse trabalho, como o texto de Carvalho (2007) onde são analisadas também as habilidades do professor em promover a enculturação científica dos estudantes durante a sua interação com os estudantes.

¹⁴ Mortimer E. e El-Hani. C. N. (Org.). *Conceptual Profile: A theory of teaching and learning scientific concepts*. 1ªed. Dordrecht. Springer. 330p. 2014

¹⁵ Ciência, Tecnologia e Sociedade, CTS, é um tipo de proposta de ensino que evidencia os conhecimentos científicos e tecnológicos articulados entre si e sendo influenciadas por fatores econômicos, históricos, políticos e sociais.

10. REFERÊNCIAS

Amaral, L.O.F., Química Orgânica Num Texto Alemão para Estudantes Secundários que se Preparam Para Entrar em Cursos Universitários e Científicos e Técnicos. Circulação interna, 1987.

Altet, M. As competências do professor profissional: entre conhecimentos, esquemas de ação e adaptação, saber analisar. *In: Perrenoud, P. et al(org), Formando professores profissionais: Quais estratégias? Quais competências? 2ª edição, Porto Alegre, Artmed editora, p. 23-34, 2001.*

Aguiar Jr. O.G. e Mortimer, E.F. Tomada de consciência de conflitos: análise da atividade discursiva em uma aula de ciências. *Investigações no Ensino de Ciências, vol. 10 (2) p. 179-207, 2005.*

Azevedo, M. C. P. S. Ensino por investigação: Problematizando as atividades em sala de aula. *In. Carvalho. A. M. P. (org.) Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática. 6ª reimpressão 1ªEd. São Paulo, Cengage Learning, p.19-33. 2013.*

Capecchi, M. C. V. M. Argumentação numa aula de Física *In. Carvalho. A. M. P. (org.) Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática. 6ª reimpressão 1ªEd. São Paulo, Cengage Learning, p. 59-76. 2013.*

Carvalho. A. M. P. Critérios estruturantes para o ensino de Ciências. *In: _____ (Org.). Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática. São Paulo Cengage Learning, p. 1-17.2013.*

_____. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. *In: _____ (Org.). Ensino de ciências por Investigação: Condições Para a Implementação em Sala de Aula. São Paulo: Cengage Learning, p. 1-20.2013.*

_____. Habilidades de professores para promover a enculturação científica. *Revista Contexto & Educação Editora Unijuí Ano 22 nº 77, 24-49. 2007. Disponível em <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoeducacao/article/viewFile/1084/839> Último acesso dia 25 de novembro de 2015.*

Cury, C. R. J.; Livro Didático como Assistência ao Estudante, *Rev. Diálogo Educ., Curitiba, v. 9, n. 26, p. 119-130, 2009.*

Dotta, S. Aprendizagem dialógica em serviços de tutoria pela internet: estudo de caso de uma tutora em formação em uma disciplina a distância, tese de doutorado/orientação Marcelo Giordan. São Paulo p. 34-54, 2009.

Fanfani E. T., Culturas jovens e cultura escolar, disponível em http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/cult_jovens.pdf. Último acesso dia 25 de novembro de 2015.

Feynman, R. P. Deve ser brincadeira, Sr. Feynman! Ed.UnB. Imprensa Oficial. Brasília, p. 237 – 245, 2000.

Giordan, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. *Química Nova na Escola*, n.º 10, p. 43-49, 1999.

_____. O computador na educação em ciências: Breve revisão crítica acerca de algumas formas de utilização. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 31, n. 3, p. 518-535, 2014.

Grupo APEC (Ação e Pesquisa em Ensino de Ciências).. Por um currículo de ciências para as necessidades de nosso tempo. *Presença pedagógica*, vol. 9 n.º 5, p. 43-55. 2003.

Junior, W. E. F.; Ferreira, L.H. e Hartwing, D. R.; Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de ciências. *Química Nova na Escola*, n.º 30, p. 34-41, 2008.

Lima, M.E.C.C.; David, M.A. e Magalhães, W. F.; Ensinar ciências por investigação: um desafio para os formadores. *Química Nova na Escola*, n.º 29, p. 24-29, 2008.

Libanio, J. B., *Introdução à vida intelectual*, Edições Loyola, 3ª edição, São Paulo 2006, p. 258-270.

Luckesi, C. *Avaliação da Aprendizagem escolar: estudos e proposições*, Cortez editora, 16ª edição, São Paulo, 2005, p. 17 – 26.

Millar, R. Um currículo de ciências voltado para a compreensão de todos. *Revista Ensaio*, vol. 5, n.º 2, p.73-91. 2003.

Mortimer E. e El-Hani. C. N. (Org.). *Conceptual Profile: A theory of teaching and learning scientific concepts*. 1ªed. Dordrecht. Springer. 330p. 2014

Mortimer, E. F. A Evolução dos Livros Didáticos de Química Destinados ao Ensino Secundário. Em *Aberto*, Brasília, ano 7, n.40, out./dez. 1988. Disponível em <http://www.ufpa.br/eduquim/evoluo.htm>. Último acesso dia 25 de novembro de 2015.

Mortimer, E.F. e Scott,P.; Atividade Discursiva nas Salas de Aula de Ciências: Uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. *Investigações no Ensino de Ciências*, vol. 7(2). P. 283 – 306.

Munford, D. e Lima, M.E.C.C.; Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? *Ensaio – Pesquisa em educação em ciências*, v.9, n.1, 2007.

Nakhleh, M. B. Por que alguns estudantes não aprendem química? Concepções alternativas em química., *Journal of chemical education*, vol. 69, n.º 3, p. 191-6. 1992. Tradução de Amaral, L.O.F, circulação interna.

Nogueira, C. M. M. e Nogueira, M. A.; A Sociologia da Educação de Pierre Bourdieu: Limites e Contribuições, *Educação & Sociedade*, ano XXIII, n.º 78, p. 15-36 2002.

Paula, A. C.; Araújo, I. S. C. James Wertsch: influência de Vygotsky, ideias principais e implicações para a educação científica. In: 33 EDEQ - Encontro de Debates sobre o Ensino de Química, 2013, Ijuí/RS. 33 EDEQ - Encontro de Debates sobre o Ensino de Química, 2013.

Disponível em <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/edeq/article/view/2720> Último acesso dia 15/02/2016.

Pereira, A. P. e Ostermann F.; A aproximação sociocultural à mente, de James V. Wertsch, e implicações para a educação em Ciências. *Ciência & Educação*. 18, n. 1, p. 23-39, 2012.

Praia, J, Cachapuz, A. e Gil-Perez, D; A Hipótese e a experiência científica em educação em Ciência: Contributos para uma Reorientação Epistemológica *Ciência& Educação*, v. 8, n.2, p. 253-262, 2002.

Saitta, E. K. H.; Rodriguez T. L. e Bowdon, M. A.; An Inquiry in to the Water Around Us, disponível em <http://www.sciencemag.org/content/341/6149/971.full>. Último acesso dia 25 de novembro de 2015.

Santos, W. P.; Mortimer, E. F. Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira. *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*. v.2, n. 2, dez. 2002.

Sasseron, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. *In: Carvalho, A.M.P. (Org.). Ensino de ciências por investigação: condições para a implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, p. 41-62. 2013.

Silva, P. S. e Mortimer, E. F. O Projeto Água em Foco como Uma Proposta de Formação no PIBID, disponível em http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_4/10-PIBID-116-12.pdf Último acesso dia 25 de novembro de 2015.

Soares, M. O livro didático como fonte para a história da leitura e da formação do professor-leitor. *In: Marinho, M. (org.) Ler e navegar: espaços e percursos da leitura*. Campinas, Mercado de Letras/ALB/CEALE, p.31-76, 2001.

Stadler, J. P. Sousa Júnior. S., Ebara, M. J. F. e Hussein, F. R. G. S., Análise de obstáculos epistemológicos em livros didáticos de química do ensino médio do PNLD 2012 HOLOS, ano 28, vol. 2 p.234-43.

Wertsch, J. V. *La mente en acción*. Buenos Aires: Aique, 1999.

11. ANEXOS

ANEXO 1 - AUTORIZAÇÃO DA ESCOLA PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA

À Direção da Escola _____
Sr. Diretor,

Solicitamos sua autorização para iniciar nas aulas de Química um acompanhamento para a pesquisa acadêmica no tema: “Atividades Investigativas: Possibilidades de construir conhecimentos em Química”, com a participação do professor de Química David Abrão Pereira da Silva, aluno do Mestrado Profissional da Faculdade de Educação da UFMG sob orientação da Professora Doutora Nilma Soares da Silva.

Entende-se que ensino tradicional comumente feito nas escolas brasileiras tem contribuído pouco na formação de conceitos estruturadores importantes de Química. Assim, acreditamos que o emprego de atividades de caráter investigativo pode contribuir para a compreensão desses conceitos de forma mais profunda e mais próxima do conhecimento científico. Considerando essa possibilidade nos propomos oferecer ao professor um material diferenciado que dialogue como professor, com o aluno e com os conteúdos da Química, permitindo a construção de conhecimentos significativos para a formação de cidadãos.

A pesquisa envolverá coleta de dados através de repostas de exercícios e atividades realizadas em sala de aula e gravação em vídeo das aulas de Química com o objetivo de analisar os impactos da realização de atividades investigativas de temas relacionados ao ensino de Química. Será focalizada a participação dos estudantes em momentos de discussão coletiva, as participações verbais durante as aulas e as suas produções escritas. Os alunos não serão obrigados a fazer qualquer atividade que extrapole suas tarefas escolares comuns e o registro dos vídeos será de uso exclusivo para fins de estudos na área de educação em química.

A pesquisa apresenta riscos mínimos à sua saúde e bem estar, porém o professor estará atento e disposto a diminuir ao máximo esses riscos e desconfortos. Entendemos que o principal risco envolvido nesta pesquisa está na divulgação indevida de sua identidade e nos propomos a realizar todos os esforços possíveis para preservá-la. Os registros em vídeo não serão, portanto, utilizados para avaliação de condutas dos alunos nem para público externo ou interno. Os resultados da pesquisa serão comunicados utilizando nomes fictícios para os estudantes, que terão, assim, sua identidade preservada. Esses registros em vídeo farão parte de um banco de dados que poderão ser utilizados nesta e em outras pesquisas do grupo do qual os pesquisadores fazem parte.

A pesquisa será realizada apenas com a autorização da direção da escola, do consentimento de pais e /ou responsáveis e de todos os alunos que participarão. A participação na pesquisa não envolverá qualquer natureza de gastos, tanto para V. S^a. quanto para os demais envolvidos. Os gastos previstos serão custeados pelo pesquisador principal que também assume os riscos e danos que por ventura vierem a acontecer com os equipamentos e incidentes com os alunos em sua companhia, durante o processo. Está garantida a indenização em casos de eventuais danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial.

Em qualquer momento, você poderá solicitar esclarecimentos sobre a metodologia de coleta e análise dos dados através do telefone (31) 3409-4592 ou pelo e-mail: daps92@uol.com.br. Caso você deseje recusar a participar ou retirar o seu consentimento em qualquer fase da pesquisa tem total liberdade para fazê-lo.

Sentindo-se esclarecido (a) em relação à proposta e concordando em participar voluntariamente desta pesquisa, peço-lhe a gentileza de assinar e devolver o Termo de Assentimento Livre e esclarecido do Menor (TALE), assinando em duas vias, sendo que uma das vias ficará com você e a outra será arquivada pelos pesquisadores por cinco anos, de acordo com a Resolução 466/2012.

Atenciosamente,

David Abrão Pereira da Silva
(Professor de Química e aluno do Mestrado
profissional)

Nilma Soares da Silva
(Coordenadora da pesquisa)

Agradecemos desde já sua colaboração

- () Concordo e autorizo a participação na pesquisa, com gravação das atividades de Química, nos termos propostos.
() Discordo e desautorizo a participação na pesquisa.

Nome do Professor:

Assinatura do professor

Belo Horizonte _____ de _____ de 20__

ANEXO 2 – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DO MENOR (TALE)

Aos alunos do ° ano do Ensino Médio do
Srs. alunos,

Estamos iniciando nas aulas de Química um acompanhamento para a pesquisa acadêmica no tema: “Atividades Investigativas: Possibilidades de construir conhecimentos em Química”, com a participação do professor de Química David Abrão Pereira da Silva, aluno do Mestrado Profissional da Faculdade de Educação da UFMG sob orientação da Professora Doutora Nilma Soares da Silva.

Entende-se que ensino tradicional comumente feito nas escolas brasileiras tem contribuído pouco na formação de conceitos estruturadores importantes de Química. Assim, acreditamos que o emprego de atividades de caráter investigativo pode contribuir para a compreensão desses conceitos de forma mais profunda e mais próxima do conhecimento científico. Considerando essa possibilidade nos propomos oferecer ao professor um material diferenciado que dialogue como professor, com o aluno e com os conteúdos da Química, permitindo a construção de conhecimentos significativos para a formação de cidadãos.

A pesquisa envolverá coleta de dados através de repostas de exercícios e atividades realizadas em sala de aula e gravação em vídeo das aulas de Química com o objetivo de analisar os impactos da realização de atividades investigativas de temas relacionados ao ensino de Química. Será focalizada a participação dos estudantes em momentos de discussão coletiva, as participações verbais durante as aulas e as suas produções escritas. Os alunos não serão obrigados a fazer qualquer atividade que extrapole suas tarefas escolares comuns e o registro dos vídeos será de uso exclusivo para fins de estudos na área de educação em química.

A pesquisa apresenta riscos mínimos à sua saúde e bem estar, porém o professor estará atento e disposto a diminuir ao máximo esses riscos e desconfortos. Entendemos que o principal risco envolvido nesta pesquisa está na divulgação indevida de sua identidade e nos propomos a realizar todos os esforços possíveis para preservá-la. Os registros em vídeo não serão, portanto, utilizados para avaliação de condutas dos alunos nem para público externo ou interno. Os resultados da pesquisa serão comunicados utilizando nomes fictícios para os estudantes, que terão, assim, sua identidade preservada. Esses registros em vídeo farão parte de um banco de dados que poderão ser utilizados nesta e em outras pesquisas do grupo do qual os pesquisadores fazem parte.

A pesquisa será realizada apenas com consentimento de pais e /ou responsáveis e de todos os alunos que participarão. A participação na pesquisa não envolverá qualquer natureza de gastos, tanto para V. S^a. quanto para os demais envolvidos. Os gastos previstos serão custeados pelo pesquisador principal que também assume os riscos e danos que por ventura vierem a acontecer com os equipamentos e incidentes com os alunos em sua companhia, durante o processo. Está garantida a indenização em casos de eventuais danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial.

Em qualquer momento, você poderá solicitar esclarecimentos sobre a metodologia de coleta e análise dos dados através do telefone (31) 3409-4592 ou pelo e-mail: daps92@uol.com.br. Caso você deseje recusar a participar ou retirar o seu consentimento em qualquer fase da pesquisa tem total liberdade para fazê-lo.

Sentindo-se esclarecido (a) em relação à proposta e concordando em participar voluntariamente desta pesquisa, peço-lhe a gentileza de assinar e devolver o Termo de Assentimento Livre e esclarecido do Menor (TALE), assinando em duas vias, sendo que uma das vias ficará com você e a outra será arquivada pelos pesquisadores por cinco anos, de acordo com a Resolução 466/2012.

Atenciosamente,

David Abrão Pereira da Silva
(Professor de Química e aluno do Mestrado
profissional)

Nilma Soares da Silva
(Coordenadora da pesquisa)

Agradecemos desde já sua colaboração

- () Concordo em participar da pesquisa, com gravação das atividades de Química, nos termos propostos.
() Discordo e desautorizo a participação na pesquisa.

Nome do aluno:

Assinatura do aluno

Belo Horizonte _____ de _____ de 20__

ANEXO 3 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Aos Srs. Pais e/ou Responsáveis pelos alunos do _____º ano do Ensino Médio do
Srs. Pais,

Estamos iniciando nas aulas de Química um acompanhamento para a pesquisa acadêmica no tema: “Atividades Investigativas: Possibilidades de construir conhecimentos em Química”, com a participação do professor de Química David Abrão Pereira da Silva, aluno do Mestrado Profissional da Faculdade de Educação da UFMG sob orientação da Professora Doutora Nilma Soares da Silva.

Entende-se que ensino tradicional comumente feito nas escolas brasileiras tem contribuído pouco na formação de conceitos estruturadores importantes de Química. Assim, acreditamos que o emprego de atividades de caráter investigativo pode contribuir para a compreensão desses conceitos de forma mais profunda e mais próxima do conhecimento científico. Considerando essa possibilidade nos propomos oferecer ao professor um material diferenciado que dialogue como professor, com o aluno e com os conteúdos da Química, permitindo a construção de conhecimentos significativos para a formação de cidadãos.

A pesquisa envolverá coleta de dados através de repostas de exercícios e atividades realizadas em sala de aula e gravação em vídeo das aulas de Química com o objetivo de analisar os impactos da realização de atividades investigativas de temas relacionados ao ensino de Química. Será focalizada a participação dos estudantes em momentos de discussão coletiva, as participações verbais durante as aulas e as suas produções escritas. Os alunos não serão obrigados a fazer qualquer atividade que extrapole suas tarefas escolares comuns e o registro dos vídeos será de uso exclusivo para fins de estudos na área de educação em química.

A pesquisa apresenta riscos mínimos à sua saúde e bem estar, porém o professor estará atento e disposto a diminuir ao máximo esses riscos e desconfortos. Entendemos que o principal risco envolvido nesta pesquisa está na divulgação indevida da identidade dos estudantes e nos propomos a realizar todos os esforços possíveis para preservá-las. Os registros em vídeo não serão, portanto, utilizados para avaliação de condutas dos alunos nem para público externo ou interno. Os resultados da pesquisa serão comunicados utilizando nomes fictícios para os estudantes, que terão, assim, sua identidade preservada. Esses registros em vídeo farão parte de um banco de dados que poderão ser utilizados nesta e em outras pesquisas do grupo do qual os pesquisadores fazem parte.

A pesquisa será realizada apenas com consentimento de pais e /ou responsáveis e de todos os alunos que participarão. A participação na pesquisa não envolverá qualquer natureza de gastos, tanto para V. S.^a quanto para os demais envolvidos. Os gastos previstos serão custeados pelo pesquisador principal que também assume os riscos e danos que por ventura vierem a acontecer com os equipamentos e incidentes com os alunos em sua companhia, durante o processo. Está garantida a indenização em casos de eventuais danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial.

Em qualquer momento, você poderá solicitar esclarecimentos sobre a metodologia de coleta e análise dos dados através do telefone (31) 3409-4592 ou pelo e-mail: daps92@uol.com.br. Caso você deseje recusar a participar ou retirar o seu consentimento em qualquer fase da pesquisa tem total liberdade para fazê-lo.

Sentindo-se esclarecido (a) em relação à proposta e concordando em participar voluntariamente desta pesquisa, peço-lhe a gentileza de assinar e devolver o Termo de Assentimento Livre e esclarecido do Menor (TALE), assinando em duas vias, sendo que uma das vias ficará com você e a outra será arquivada pelos pesquisadores por cinco anos, de acordo com a Resolução 466/2012.

Atenciosamente,

David Abrão Pereira da Silva
(Professor de Química e aluno do Mestrado
profissional)

Nilma Soares da Silva
(Coordenadora da pesquisa)

Agradecemos desde já sua colaboração

- () Concordo e autorizo a participação de meu filho(a) na pesquisa, com gravação das atividades de Química, nos termos propostos.
() Discordo e desautorizo a participação na pesquisa.

Nome do aluno:

Assinatura do pai e/ou responsável

Belo Horizonte _____ de _____ de 20__

ANEXO 4 – TERMODE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Ao professor responsável pelos alunos do 1º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Leopoldo de Miranda

Sr. Professor,

Estamos iniciando nas aulas de Química um acompanhamento para a pesquisa acadêmica no tema: “Atividades Investigativas: Possibilidades de construir conhecimentos em Química”, com a participação do professor de Química David Abrão Pereira da Silva, aluno do Mestrado Profissional da Faculdade de Educação da UFMG sob orientação da Professora Doutora Nilma Soares da Silva.

Entende-se que ensino tradicional comumente feito nas escolas brasileiras tem contribuído pouco na formação de conceitos estruturadores importantes de Química. Assim, acreditamos que o emprego de atividades de caráter investigativo pode contribuir para a compreensão desses conceitos de forma mais profunda e mais próxima do conhecimento científico. Considerando essa possibilidade nos propomos testar um material diferenciado que dialogue como você, com o aluno e com os conteúdos da Química, permitindo a construção de conhecimentos significativos para a formação de cidadãos.

A pesquisa envolverá coleta de dados através de repostas a exercícios, atividades realizadas em sala de aula e gravação em vídeo das aulas de Química com o objetivo de analisar o desenvolvimento de atividades investigativas sobre temas relacionados ao ensino de Química. Será focalizada a participação dos estudantes em momentos de discussão coletiva, as participações verbais durante as aulas e as suas produções escritas. Os alunos não serão obrigados a fazer qualquer atividade que extrapole suas tarefas escolares comuns e o registro dos vídeos será de uso exclusivo para fins de estudos na área de educação em química.

A pesquisa apresenta riscos mínimos à sua saúde e bem estar, porém estaremos atentos e dispostos a diminuir ao máximo esses riscos e desconfortos. Entendemos que o principal risco envolvido nesta pesquisa está na divulgação indevida de sua identidade e nos propomos a realizar todos os esforços possíveis para preservá-la. Os registros em vídeo não serão, portanto, utilizados para avaliação de condutas dos alunos e professor, nem para público externo ou interno. Os resultados da pesquisa serão comunicados utilizando nomes fictícios para os estudantes, professor e escola, que terão, assim, sua identidade preservada. Esses registros em vídeo farão parte de um banco de dados que poderão ser utilizados nesta e em outras pesquisas do grupo do qual os pesquisadores fazem parte.

A pesquisa será realizada apenas com o seu consentimento, com o consentimento de pais e /ou responsáveis e de todos os alunos que participarão. A participação na pesquisa não envolverá qualquer natureza de gastos, tanto para você quanto para os demais envolvidos. Os gastos previstos serão custeados pelo pesquisador principal que também assume os riscos e danos que por ventura vierem a acontecer com os equipamentos e incidentes com os alunos em sua companhia, durante o processo. Está garantida a indenização em casos de eventuais danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial.

Em qualquer momento, você poderá solicitar esclarecimentos sobre a metodologia de coleta e análise dos dados através do telefone (31) 3409-4592 ou pelo e-mail: daps92@uol.com.br. Caso deseje recusar a participar ou retirar o seu consentimento em qualquer fase da pesquisa tem total liberdade para fazê-lo.

Sentindo-se esclarecido (a) em relação à proposta e concordando em participar voluntariamente desta pesquisa, peço-lhe a gentileza de assinar e devolver o Termo de consentimento Livre e esclarecido (TCLE), assinando em duas vias, sendo que uma das vias ficará com você e a outra será arquivada pelos pesquisadores por cinco anos, de acordo com a Resolução 466/2012.

Atenciosamente,

David Abrão Pereira da Silva
(Professor de Química e aluno do Mestrado
profissional)

Nilma Soares da Silva
(Coordenadora da pesquisa)

Agradecemos desde já sua colaboração

- () Concordo e autorizo a participação na pesquisa nos termos propostos.
() Discordo e desautorizo a participação na pesquisa.

Nome do Professor:

Assinatura do professor

Belo Horizonte _____ de _____ de 20__

Anexo 5 - DECLARAÇÃO DE ISENÇÃO DE CUSTO

Eu, Profa. Doutora Nilma Soares da Silva, declaro, junto ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais, que a pesquisa intitulada “Atividades investigativas: possibilidades de construir conhecimentos em Química”, tendo como pesquisador principal o mestrando Prof. David Abrão Pereira da Silva, sob minha responsabilidade, não possui financiamento de qualquer natureza nem apoio financeiro de agências de fomento. Não dependerá de recursos de qualquer natureza para a Instituição envolvida, nem tampouco para qualquer participante. Os gastos previstos com fotocópias de instrumentos e materiais de consumo (papel, cartuchos de tinta, envelopes, CD, etc) eventuais danos de equipamentos e serviços, serão custeados pelo mestrando.

Belo Horizonte, de de 2014.

David Abrão Pereira da Silva
(Professor de Química e aluno do Mestrado profissional)

Nilma Soares da Silva
(Coordenadora da pesquisa)

Anexo 6 -DECLARAÇÃO DE USO E DESTINAÇÃO DO MATERIAL COLETADO

Eu, Prof. David Abrão Pereira da Silva, Aluno do mestrado profissional da Faculdade de Educação declaro, junto ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais, que os dados obtidos em campo, através do caderno de campo, entrevista e eventuais gravações de áudio e vídeo e fotografia da pesquisa intitulada “Atividades investigativas: possibilidades de construir conhecimentos em Química”, serão arquivados na sala da professora orientadora desta pesquisa, Doutora Nilma Soares da Silva, na Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação, avenida Antônio Carlos, 6627 – Pampulha –Belo Horizonte, MG – Brasil, por um período de cinco anos sob minha responsabilidade e o seu acesso será restrito a somente os envolvidos na pesquisa.

Belo Horizonte, de de 2014.

David Abrão Pereira da Silva

(Professor de Química e aluno do Mestrado profissional)

Nilma Soares da Silva

(Coordenadora da pesquisa)

ANEXO 7 – Mapa de eventos – Atividades 1 e 2 da Tabela Periódica. Cada hora-aula equivale a 50 minutos.

Data	Nº de aulas	Atividade	Tema	Tipo de atividade	Estratégias de ensino utilizadas
05/11	1	Atividade com o baralho dos elementos químicos	Organização dos elementos na tabela periódica	Trabalho em grupos de alunos com assessoria do professor.	<ol style="list-style-type: none"> 1. O professor introduziu o tema e lançou o problema de pesquisa. 2. Os alunos se dividiram em grupos para organizar os elementos segundo critérios definidos pelos membros do grupo. 3. Os alunos levantaram hipóteses e testaram as classificações.
05/11	1	Discussão da atividade do baralho dos elementos químicos	Organização dos elementos na tabela periódica.	Aula dialogada e discussão em grupos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. O professor iniciou a discussão pedindo aos grupos que relatassem como fizeram a classificação dos elementos. 2. O professor orienta a discussão ressaltando as qualidades e as dificuldades relacionadas com a classificação feita pelos alunos. 3. Os alunos se reuniram novamente em grupos para reelaborar a classificação com base na discussão feita pelo professor.
14/11	2	Atividade sobre a energia de ionização e a evidência da existência de níveis de energia	Verificação da existência dos níveis de energia através da análise das energias de ionização de alguns elementos químicos.	Trabalho em grupo de alunos com assessoria do professor	<ol style="list-style-type: none"> 1. O professor introduziu o tema e lançou o problema de pesquisa. 2. Os estudantes propuseram representações para o átomo e explicaram o significado. 3. Divididos em grupos, os estudantes analisaram os gráficos de energia de ionização de alguns elementos químicos. 4. Os alunos verificaram se o comportamento encontrado nos diversos gráficos corresponde a representação de átomo proposta. 5. Segundo as evidências os estudantes foram convidados a refletir e modificar a representação proposta inicialmente.
28/11	2	Aula sobre tabela periódica	Aula expositiva dialogada sobre a tabela periódica e as propriedades periódicas.	Aula dialogada embasada nas atividades realizadas pelos estudantes	<ol style="list-style-type: none"> 1. Histórico da organização dos elementos químicos na tabela periódica. 2. Principais características da tabela periódica atual. 3. Discussão sobre a existência de níveis de energia a partir da discussão das energias de ionização
12/12	2	Avaliação escrita	Atividades sobre tabela periódica	Prova escrita com perguntas sobre propriedades periódicas.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicação do teste.

ANEXO 8 – Mapa de eventos – Atividade 3 -Propriedades periódicas.

Cada hora-aula corresponde a 50 minutos.

Data	Nº de aulas	Atividade	Tema	Tipo de atividade	Estratégias de ensino utilizadas
16/03	1	Introdução do tema.	Propriedades periódicas.	Leitura do texto e discussão em sala.	<ol style="list-style-type: none">1. Leitura do texto e discussão em sala sobre as atividades realizadas anteriormente ressaltando a importância do tema.2. Realização da análise do comportamento do raio atômico ao longo da tabela (Alunos + professor).
19/03	2	Continuação da atividade: Análise do raio atômico e demais propriedades.	Propriedades periódicas.	Discussão com o professor e discussão em grupos.	<ol style="list-style-type: none">1. Discussão sobre os fatores que influenciam na variação do raio atômico ao longo da tabela periódica.2. Os estudantes se reuniram em grupos para realizarem as demais análises.
23/03	1	Continuação da atividade: Análise do raio atômico e demais propriedades.	Propriedades periódicas.	Discussão em grupos.	<ol style="list-style-type: none">1. Os estudantes se reuniram em grupos para terminarem as análises das demais propriedades.
26/03	2	Finalização das discussões	Propriedades periódicas.	Discussão em sala.	<ol style="list-style-type: none">1. Discussão sobre os fatores que influenciam na variação da primeira energia de ionização ao longo da tabela periódica.2. Discussão sobre a variação da afinidade eletrônica e sobre a eletronegatividade ao longo da tabela periódica.3. Conclusão dos trabalhos e discussão final.

ANEXO 9– Mapa de eventos – Atividade da construção da bolsa térmica. As atividades foram realizadas como um projeto extraclasse.

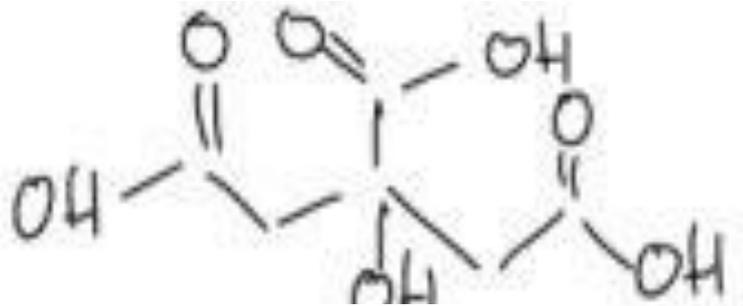
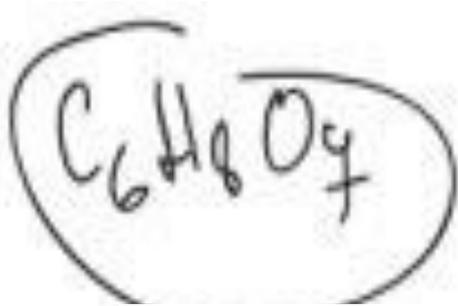
Data	Tempo	Atividade	Tema	Tipo de atividade	Estratégias de ensino utilizadas
10/02	2horas e 30 minutos	Início da pesquisa sobre a bolsa térmica.	Pesquisa dos materiais que compõe a bolsa térmica.	Trabalho em grupo dos alunos com assessoria do professor.	<ol style="list-style-type: none"> 1. O professor introduziu o tema e lançou o problema de pesquisa. 2. Os estudantes pesquisaram na internet as bolsas térmicas que são vendidas no mercado. 3. Os alunos levantaram as primeiras hipóteses sobre como montar a bolsa.
24/02	2horas e 30 minutos	Primeiros testes envolvendo a bolsa térmica de cloreto de cálcio.	Experimento: medidas da energia térmica envolvida na dissolução de várias massas de cloreto de cálcio em água.	Trabalho em grupo dos alunos com assessoria do professor.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estruturação do experimento. 2. O professor e alunos realizaram medidas de variação de temperatura de várias amostras de cloreto de cálcio.
10/03	2horas e 30 minutos	Análise de dados.	Avaliação das medidas feitas envolvendo a dissolução do cloreto de cálcio em água.	Trabalho em grupo dos alunos com assessoria do professor.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Análise dos dados produzidos nos primeiros experimentos, tratamento em tabelas e gráficos. 2. Discussão dos resultados obtidos a luz dos conhecimentos de termoquímica.
24/03	2horas e 30 minutos	Testes envolvendo a bolsa térmica de acetato de sódio.	Experimento: medidas da energia térmica envolvida na dissolução de várias massas de acetato de sódio em água.	Trabalho em grupo dos alunos com assessoria do professor.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estruturação do experimento. 2. O professor e alunos realizaram medidas de variação de temperatura de várias amostras de acetato de sódio em água.
07/04	2horas e 30 minutos	Testes envolvendo a bolsa térmica de acetato de sódio.	Experimentos: continuação.	Trabalho em grupo dos alunos com assessoria do professor.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Análise dos dados produzidos nos primeiros experimentos, tratamento em tabelas e gráficos. 2. Discussão dos resultados obtidos a luz dos conhecimentos de termoquímica e solubilidade. 3. Continuação dos testes utilizando acetato de sódio. Cálculos das massas prováveis de acetato de sódio para a construção de novas bolsas.
28/04	2horas e 30 minutos	Testes envolvendo a bolsa térmica de acetato de	Experimentos: continuação.	Trabalho em grupo dos alunos com assessoria do	<ol style="list-style-type: none"> 1. Medidas da variação de temperatura durante a precipitação do acetato de sódio in vitro.

		sódio.		professor.	2. Aperfeiçoamento da bolsa térmica montada para a mostra de experimentos de 2013 a partir dos novos dados.
12/05	2horas e 30 minutos	Primeiras filmagens	Teste da bolsa térmica para a filmagem.	Trabalho em grupo dos alunos com assessoria do professor.	1. Primeiras filmagens com os testes da bolsa térmica.
26/05	2horas e 30 minutos	Filmagens.	Continuação da atividade anterior.	Trabalho em grupo dos alunos com assessoria do professor.	1. Filmagens. Discussão sobre o que funcionou e o que não funcionou.
10/08	2horas e 30 minutos	Retomada dos trabalhos sobre a bolsa térmica de acetato de sódio.	Continuação da atividade anterior.	Trabalho em grupo dos alunos com assessoria do professor.	1. Discussão em grupo das primeiras filmagens, retomada. Reorganização do trabalho para a apresentação.
17/08	2horas e 30 minutos	Filmagens.	Continuação da atividade anterior.	Trabalho em grupo dos alunos com assessoria do professor.	1. Montagem da bolsa térmica. Filmagem do passo a passo.
31/08	2horas e 30 minutos	Preparação da apresentação dos resultados na festa da família.	Construção da apresentação de slides e escolha de filmes para exibição.	Trabalho em grupo dos alunos com assessoria do professor.	1. Construção e seleção de informações para a apresentação. 2. Seleção de algumas das primeiras filmagens para a apresentação.
08/09	2horas e 30 minutos	Preparação da apresentação dos resultados na festa da família.	Ensaio da apresentação.	Trabalho em grupo dos alunos com assessoria do professor.	1. Ensaio da apresentação.
13/09	2horas e 30 minutos	Apresentação dos resultados na festa da família.	Festa da família.	Apresentação para a comunidade educativa.	1. Apresentação do projeto desenvolvido para a comunidade educativa.
29/09	2horas e 30 minutos	Construção do texto passo a passo para a publicação no site ponto ciência.	Continuação da atividade anterior.	Trabalho em grupo dos alunos com assessoria do professor.	1. Escolha dos trechos do texto do projeto para a construção do passo a passo.
06/10	2horas e 30 minutos	Edição de Filmagens	Continuação da atividade anterior.	Trabalho em grupo dos alunos com assessoria do professor.	1. Escolha dos melhores trechos das filmagens e da trilha sonora para a publicação do vídeo no site ponto ciência.
03/11	2horas e 30 minutos	Publicação do texto e da filmagem no portal Ponto-ciência.	Continuação da atividade anterior.	Trabalho em grupo dos alunos com assessoria do professor.	1. Publicação do trabalho no portal ponto-ciência filmagem e texto.

ANEXO 10– Mapa de eventos – Atividade da produção de sabões.

Cada hora-aula corresponde a 50 minutos.

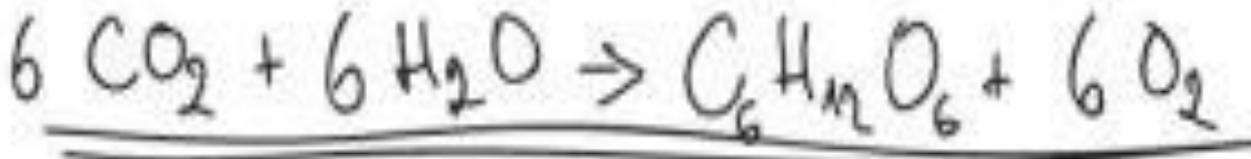
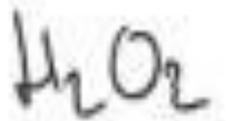
Data	Nº de aulas	Atividade	Tema	Tipo de atividade	Estratégias de ensino utilizadas
06/10	2	Introdução do tema.	Tratamento do óleo de cozinha utilizado em residências e restaurantes	Leitura do texto e discussão em sala.	3. O professor introdução o tema de estudo através da leitura do texto e da discussão em sala das possibilidades de tratamento do óleo utilizado nas cozinhas. 4. Planejamento do trabalho.
08/10	2	Análise das receitas	Pesquisa e construção de uma receita para a fabricação de sabões.	Discussão em grupos.	3. Os estudantes se reuniram em grupos para comparar as receitas pesquisadas. 4. Observaram as semelhanças e diferenças nos procedimentos da fabricação de sabões. 5. Levantaram hipóteses sobre a utilização de cada um dos ingredientes das receitas
15/10	2	Análise das receitas	Debate em sala sobre os diferentes procedimentos para se fabricar sabão.	Discussão em sala.	2. Confronto das ideias sobre a fabricação de sabões. 3. Discussão em sala
20/10	2	Finalização das discussões	Debate em sala sobre os diferentes procedimentos para se fabricar sabão.	Discussão em sala.	4. Conclusão dos trabalhos e discussão final.
22/12	2	Entrevista	Entrevista.	Entrevista com estudantes do ensino médio que participaram da atividade.	1. Entrevista gravada em áudio e vídeo com os estudantes para a avaliação do projeto. 2. Discussão sobre as qualidades e dificuldades encontradas no decorrer do processo.



DAVID ABRÃO PEREIRA DA SILVA

NILMA SOARES DA SILVA

PHOTOSYNTHESIS

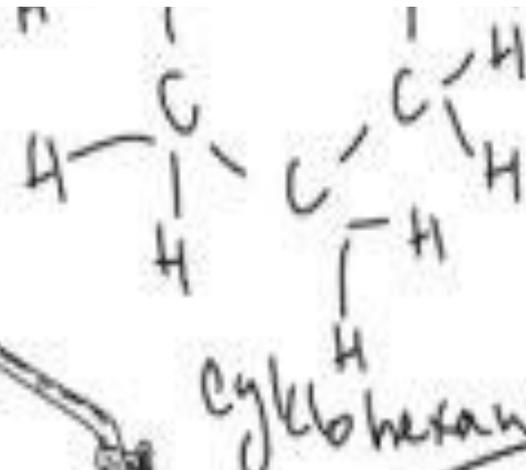


Atividades investigativas: Oportunidades de construir conhecimentos em Química

Material do Aluno

(Linha de pesquisa: Ensino de Ciências e Matemática)

Na

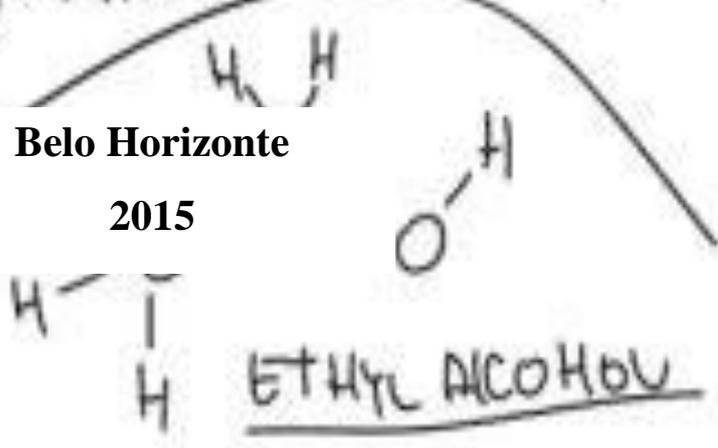


сиклогексан

CH_4 - Methan

Belo Horizonte

2015



ETHYL ALCOHOL

Atividade 1: “Baralho Químico” - A organização dos elementos químicos e a tabela periódica

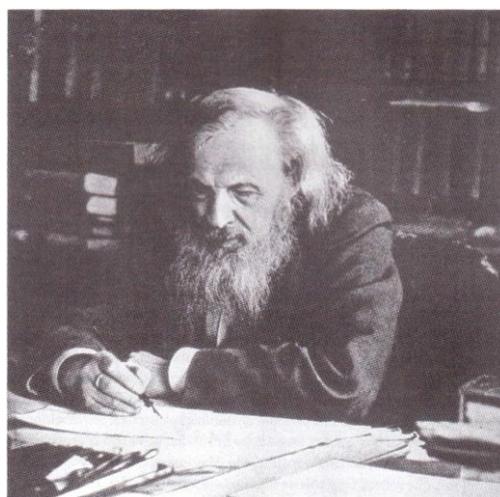
O texto a seguir deverá ser lido silenciosamente e depois será discutido juntamente com o professor.

*O sonho de Mendeleiev*¹⁶

A fotografia desbotada a seguir é do químico russo Dmitri Mendeleiev trabalhando em São Petersburgo, feita em algum momento no final do século XIX. Ele está concentrado num pedaço de papel, escrevendo com uma pena que as pontas de seus dedos longos seguram com firmeza. Folhas de papel sobre folhas de papel, uma caneca sobre um pires, vários instrumentos para propósitos indetermináveis e, em prateleiras sob a mesa, pastas de artigos científicos empilhados ao acaso.

(...)

Em 1868 Mendeleiev estava debruçado sobre o problema da organização dos elementos químicos. Eles são o alfabeto de que a língua do universo se compõe. Àquela altura, 63 diferentes elementos químicos haviam sido descobertos. Iam desde o cobre e o ouro, que eram conhecidos desde tempos pré-históricos, ao rubídio, que fora detectado recentemente na atmosfera do Sol. Sabia-se que cada um desses elementos consistia de átomos diferentes, e que os átomos de cada elemento apresentavam propriedades singulares próprias. No entanto, havia-se descoberto que alguns deles possuíam propriedades vagamente similares, o que permitia classificá-los conjuntamente em grupos.



Sabia-se também que os átomos que compunham os diferentes elementos tinham pesos atômicos diferentes. O elemento mais leve era o hidrogênio, com peso atômico de 1. O elemento mais pesado conhecido, o chumbo, tinha um peso atômico estimado em 207. Isso significava que era possível arrolar os elementos de forma linear segundo seus pesos atômicos ascendentes. Ou reuni-los em grupos com propriedades semelhantes. Vários cientistas haviam começado a suspeitar de que existia uma ligação entre esses dois métodos de classificação - alguma estrutura oculta em que todos os elementos se baseavam.

(...)

Mendeleiev estava ciente da importância de sua investigação. Aquele poderia ser o primeiro passo rumo à descoberta, em séculos futuros, do segredo último da matéria, o padrão sobre o qual a própria vida se fundava, e talvez até as origens do universo.

Sentado à sua mesa sob os retratos dos filósofos e dos físicos, Mendeleiev continuava a ponderar esse problema aparentemente insolúvel. Os elementos tinham diferentes pesos. E tinham diferentes propriedades. Podia-se enumerá-los e podia-se agrupá-los. De algum modo, simplesmente tinha de haver uma ligação entre esses dois padrões. (...) O universo científico não podia se basear simplesmente num ajuntamento aleatório de partículas singulares. Isso seria contrário aos princípios da ciência.

(...)

¹⁶ Texto extraído e adaptado de Strathern, P. O sonho de Mendeleiev: a verdadeira história da química, Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editora, p. 9-14.2002.

O psicólogo russo da descoberta científica B.M. Kedrov, e outros comentadores de Mendeleiev, especularam que a ideia de que ele baseara a organização dos elementos químicos em um costume que tinha quando fazia suas longas viagens de São Petersburgo a Tver. Ele frequentemente matava o tempo jogando paciência. Depois de instalar seu baú de madeira sobre os joelhos, baixava o baralho com as cartas viradas para baixo e começava a virar as cartas, três a três. (...) Lentamente os naipes começavam a descer pelo baú. Dez, nove, oito... Naipes, números descendentes. Ele suspeitava de que era exatamente isso o que se passava com os elementos com seus grupos e números atômicos ordenados!

(...)

Mendeleiev voltou à sua mesa, tirou um maço de fichas brancas e uma por uma, começou a escrever nas superfícies em branco das fichas. Primeiro escrevia o símbolo químico de um elemento em letra de fôrma, depois seu peso atômico e finalmente uma curta lista de suas propriedades características. Depois de preencher 63 cartões, espalhou-os sobre a mesa com a face para cima.

Começou a fitar os cartões. Decidiu tentar o caminho óbvio, dispondo os cartões na ordem ascendente de seus pesos atômicos. Mas isso não poderia levar a coisa alguma. Todo mundo já o tentara. Ademais, o peso era apenas uma propriedade física. O que estava procurando era um padrão que unisse as propriedades químicas. A essa altura Mendeleiev estava começando a cabecear, a cair sobre os cartões enquanto se controlava, à beira do sono.

Ao passar os olhos mais uma vez pela linha de pesos atômicos ascendentes, Mendeleiev percebeu de repente algo que lhe acelerou o pulso. Certas propriedades similares pareciam se repetir nos elementos em intervalos numéricos regulares. Isto era alguma coisa! Mas o quê? Alguns dos intervalos começavam com certa regularidade, mas depois o padrão parecia claramente ir sumindo. Apesar disso, Mendeleiev logo se convenceu de que estava à beira de uma realização de vulto. Havia um padrão definido em algum lugar ali, mas ele simplesmente não conseguia agarrá-lo de fato...

Vamos ajudar o Medeleiev a resolver esse problema? Ou seja, vamos tentar responder se “existe um padrão para a organização dos elementos químicos na tabela periódica”?

Nessa atividade vamos tentar compreender como Mendeleiev ordenou os elementos químicos lançando, dessa forma, as bases da tabela periódica. Dessa forma vamos nos reunir em grupos de trabalho e cada grupo receberá um conjunto com 63 cartas, cada uma delas com um elemento químico e algumas das propriedades físicas (densidade e temperaturas de fusão e de ebulição) e químicas (principais compostos formados por esses elementos) conhecidas na época.

Atenção: nesse jogo de “Baralho químico” não vale olhar a classificação periódica atual já pronta!

Para realizar esta atividade vamos trabalhar para ajudar o Medeleiev.

01. Proponha uma forma de realizar a organização dos elementos químicos descritos nas cartas. Descreva detalhadamente sua proposta.
02. Agora faça a organização dos elementos segundo a hipótese formulada pelo grupo. Anote possíveis mudanças e detalhes esquecidos na proposta 01.
03. Discuta com seus colegas sobre a organização feita. É possível observar algum padrão ou semelhança entre os elementos? Anote e explique.

04. Eleja dentre os membros do grupo um relator para expor as conclusões aos demais colegas da sala. Eleja também um redator, que vai anotar a discussão realizada em sala e possíveis mudanças a serem feitas na proposta do seu grupo.
05. Agora é hora de reescrever a proposta do seu grupo e apresentar todo o processo (proposta inicial, discussão com a turma e professor, mudanças realizadas, nova proposta) para a comunidade escolar.
06. Leia o texto a seguir e depois faça o que se pede:

Descoberta de bactéria no arsênico¹⁷ amplia perspectiva de vida em outros planetas¹⁸

A Nasa (agência espacial americana) anunciou nesta quinta-feira que seus cientistas encontraram em um lago da Califórnia bactérias que vivem no arsênico, uma descoberta que, segundo eles, amplia a lista de elementos que podem propiciar a vida em outros planetas. "Todas as formas de vida que conhecemos se compõem, principalmente, de seis elementos: carbono, hidrogênio, nitrogênio, oxigênio, enxofre e fósforo", disse em entrevista coletiva a cientista Felisa Wolfe Simon, do Instituto de Astrobiologia da Nasa, em Menlo Park, no estado americano da Califórnia. "Nós encontramos uma bactéria que pode substituir o arsênico pelo fósforo", destacou Wolfe Simon, quem nomeou o microrganismo de GFAJ-1. (...) "O que apresentamos a vocês hoje é um micróbio que achamos no Lago Mono da Califórnia e que pode viver no arsênico", explicou a astrobióloga, acabando com as expectativas que precederam à entrevista coletiva. (...) "Embora esses seis elementos conformem os ácidos nucleicos, as proteínas e os lipídios e, portanto, a maior parte da matéria viva, é possível, teoricamente, que alguns outros elementos da tabela periódica possam cumprir as mesmas funções", ressalta o artigo. Os pesquisadores acharam nas águas tóxicas e salubres do Lago Mono, na Califórnia, uma bactéria da família *halomonadaceae*, que pode substituir completamente o fósforo com arsênico a ponto de incorporar este elemento ao seu DNA. O arsênico é sumamente tóxico para os organismos vivos - pelo menos os conhecidos até agora - porque prejudica os processos metabólicos embora, do ponto de vista químico, se comporte de maneira similar ao fosfato. (...) Os pesquisadores da NASA cultivaram a bactéria, que cresce e se multiplica confortavelmente no meio tóxico, em pratos de petri nos quais se substituiu gradualmente o sal de fosfato por arsênico. O processo continuou até que as bactérias cresceram sem necessidade de fosfato, um elemento essencial na construção de várias macromoléculas presentes em todas as células, inclusive os ácidos nucleicos. Os cientistas acompanharam de perto o efeito do arsênico na bactéria, desde a ingestão do químico até sua incorporação em vários componentes celulares. Dessa forma, determinaram que o arsênico tinha substituído completamente o fósforo nas moléculas da bactéria até seu próprio DNA. (...) "A troca de um dos elementos biológicos maiores pode ter um profundo significado evolutivo e geoquímico", concluem.

¹⁷Nesse contexto considere Arsênico = Arsênio.

¹⁸Disponível em <http://noticias.uol.com.br/ciencia/ultimas-noticias/efe/2010/12/02/descoberta-de-bacteria-no-arsenico-amplia-perspectiva-de-vida-em-outros-planetas.htm>, Último acesso dia 25 de novembro de 2015.

Segundo o texto, o arsênio é sumamente tóxico para os organismos vivos porque prejudica os processos metabólicos embora, do ponto de vista químico, se comporte de maneira similar ao fósforo. Os autores da pesquisa informaram que foram encontradas bactérias que substituíram o elemento fósforo comumente presente no DNA pelo elemento arsênio. Considerando os elementos químicos fósforo (P) e arsênio (As) **EXPLIQUE** por que é possível quimicamente ocorrer a troca entre esses elementos.

Em busca de um padrão para organizar os elementos químicos.

Depois de um trabalho árduo, Mendeleiev compreendeu que, se organizasse os elementos químicos segundo a ordem crescente dos pesos atômicos as propriedades químicas se repetiam em intervalos regulares. Por exemplo, considere o elemento Lítio. Ele é capaz de formar um composto com de fórmula Li_2O , quando se combina quimicamente com o oxigênio. O elemento sódio também é capaz de formar composto com o oxigênio na mesma proporção, ou seja, Na_2O . Dessa forma esses dois elementos químicos são posicionados no mesmo grupo, que hoje chamamos de metais alcalinos. O elemento flúor é capaz de formar composto de fórmula HF da mesma forma que o cloro – HCl . Também formam compostos de proporção 1:1 com hidrogênio os elementos Bromo e Iodo. Esses quatro elementos fazem parte do grupo que hoje denominamos como halogênios. Repare que ao observarmos os elementos ao longo de duas fileiras horizontais, à medida que os pesos atômicos aumentam, o tipo de composto formado pelo elemento da fileira de baixo repete o padrão do elemento da fileira anterior.

Considere a figura a seguir:

Tabela 1: Alguns elementos químicos e seus compostos

6,9	9,0	10,8	12,0	14,0	16,0	19,0
Li	Be	B	C	N	O	F
Li_2O	BeO	B_2O_3	CO_2	N_2O_5	H_2O	HF
23,0	24,3	27,0	28,1	31,0	32,1	35,5
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	H_2S	HCl

Como esse padrão se repete ao longo das fileiras horizontais, que hoje chamamos de períodos, dizemos que Mendeleiev descobriu a lei da periodicidade química dos elementos e construiu na Tabela Periódica.

A seguir está uma versão da classificação publicada por Mendeleiev.

ОПЫТЪ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ.
 ОСНОВАННОЙ НА ИХЪ АТОМНОМЪ ВѢСѢ И ХИМИЧЕСКОМЪ СХОДСТВѢ.

		Ti = 50	Zr = 90	? = 180.
		V = 51	Nb = 94	Ta = 182.
		Cr = 52	Mo = 96	W = 186.
		Mn = 55	Rh = 104,4	Pt = 197,4.
		Fe = 56	Rn = 104,4	Ir = 198.
		Ni = Co = 59	Pt = 106,8	Os = 199.
H = 1		Cu = 63,4	Ag = 108	Hg = 200.
Be = 9,4	Mg = 24	Zn = 65,2	Cd = 112	
B = 11	Al = 27,1	? = 68	Ur = 116	Au = 197?
C = 12	Si = 28	? = 70	Sn = 118	
N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122	Bi = 210?
O = 16	S = 32	Se = 79,4	Te = 128?	
F = 19	Cl = 35,5	Br = 80	I = 127	
Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85,4	Cs = 133
		Ca = 40	Sr = 87,6	Ba = 137
		? = 45	Ce = 92	Pb = 207.
		?Er = 56	La = 94	
		?Yt = 60	Di = 95	
		?In = 75,8	Th = 118?	

Д. Менделѣевъ

Podemos observar os elementos químicos organizados segundo a semelhança de suas propriedades nas fileiras horizontais. Também é possível observar que Mendeleiev deixou algumas lacunas com interrogações, para a colocação de elementos químicos que ele suspeitava que existissem e que seria possível descobri-los a partir do conhecimento das propriedades dos elementos que pertencessem ao mesmo grupo. Por exemplo, segundo Tolentino, Rocha-Filho e Chagas (1997), Mendeleiev previu que existiria um elemento químico de peso atômico 68, que seria um metal de densidade 5,9; que apresenta ponto de fusão baixo; e que, a exemplo do alumínio formaria com o oxigênio um composto de fórmula X_2O_3 . Posteriormente, o elemento gálio foi descoberto e constatou-se que ele apresentava as características previstas por Mendeleiev através da lei periódica. O mesmo se deu com os elementos escândio e germânio, ambos previstos por Mendeleiev.

Ao considerarmos o texto da questão 6 desta atividade, como podemos afirmar que é possível quimicamente a troca do átomo de fósforo pelo átomo de arsênio no DNA da bactéria descoberta pela NASA? Isso acontece porque fósforo e arsênio apresentam propriedades químicas semelhantes. Dessa forma é esperado que eles possam se combinar quimicamente com os mesmos tipos de elementos químicos e da mesma forma.

A classificação periódica foi reformulada até adquirir o formato que conhecemos nos dias de hoje. Mas, a essência da organização dos elementos químicos ainda permanece. Na classificação moderna, os elementos são organizados em ordem crescente de número de prótons. A tabela é constituída de 18 colunas que chamamos de famílias ou grupos e 7 linhas horizontais que denominamos períodos. Nas colunas foram colocados os elementos que apresentam propriedades químicas semelhantes.

A tabela periódica é considerada por muitos uma grande realização da mente humana. Porque através da organização dos elementos conseguimos agregar diversas informações em um único instrumento. Concordamos com Tolentino, Rocha-Filho e Chagas (1997) quando eles afirmam que:

A classificação periódica dos elementos é, sem dúvida, uma das maiores e mais valiosas generalizações científicas. Concretizada na segunda metade da década de 60 do século 19, desde então muito serviu como guia de pesquisas em Química e, aos poucos, se tornou um valioso instrumento didático no ensino da Química.

Tolentino, Rocha-Filho e Chagas (1997)

A seguir serão estudadas algumas propriedades dos elementos químicos utilizando a tabela periódica e a lei da periodicidade química.

Atividade 2: A energia de ionização e as características do átomo

“Se, em algum cataclismo, todo o conhecimento científico fosse destruído e apenas uma sentença fosse passada adiante para as próximas gerações de criaturas, que enunciado conteria mais informações em menos palavras? Acredito que seja a Hipótese Atômica (...) de que todas as coisas compõe-se de átomos (...). Nessa única sentença, você verá, existe uma enorme quantidade de informação sobre o mundo, bastando que apliquemos um pouco de imaginação e raciocínio.”
Richard P. Feynman

Utilizamos modelos atômicos para discutir as propriedades dos materiais e explicar fatos experimentais sobre as transformações sofridas por estes. Assim, é possível, através de um modelo, prever como serão as moléculas que constituem as substâncias e, como consequência, os tipos de reações químicas que esse material deve sofrer. Ou ainda prever as propriedades de novos elementos e sua reatividade química.

A hipótese atômica passou por altos e baixos, e, à medida que os cientistas continuaram se questionando sobre a natureza e a composição da matéria, foram reformulando a proposta sobre a existência e as características dos átomos, até aquela que conhecemos nos dias de hoje. Carl Sagan afirmaria em seu livro *Cosmos* que a Química e a Física teriam conseguido reduzir a complexidade do mundo sensível a três unidades básicas que formariam tudo o que existe. Nos dias de hoje sabemos que os átomos são constituídos de três componentes básicos: Os prótons, partículas de carga positiva, os elétrons, partículas de carga negativa e os nêutrons, de carga nula. Mas, como esses componentes básicos estariam organizados no interior do átomo?

01. Formule hipóteses sobre como essas partículas se organizam em torno dos átomos. Pode ser através de um desenho.

02. Vamos considerar agora um conceito importante na Química: A energia de ionização. Essa é a energia necessária para se arrancar elétrons do átomo. Em sua opinião de que fatores dependem essa energia? Confronte essa ideia com a hipótese formulada no item anterior.

03. Considere tabelas e gráficos de energia de ionização de alguns elementos da classificação periódica – em anexo. A ordem de ionização se refere ao elétron retirado do átomo. Iniciamos a retirada dos elétrons a partir do nível mais externo. Assim, a primeira energia se refere se a retirada do último elétron da distribuição eletrônica, a segunda energia ao penúltimo e assim por diante. Faça uma análise de cada uma das tabelas e gráficos do anexo. Em cada um deles indique onde ocorrem as maiores variações de energia. (por exemplo, entre a 1ª e a 2ª, ou entre a 7ª e a 8ª).

04. Existe alguma regularidade (algo comum) observada em todos os gráficos e tabelas? Explique.

05. Proponha uma explicação para a variação das energias de ionização para os átomos com base nas suas observações nas tabelas e gráficos e tendo em vista a sua hipótese inicial sobre a organização dos constituintes do átomo. O que você pode concluir?

Anexos: Tabelas de energia de ionização e gráficos

Tabela 1 - Valores das energias de ionização para o sódio em função da ordem de ionização

Ordem de ionização (Na)	Energia (KJ/mol)
1	495,8
2	4562
3	6910,3
4	9543
5	13354
6	16613
7	20117
8	25496
9	28932
10	141362
11	159076

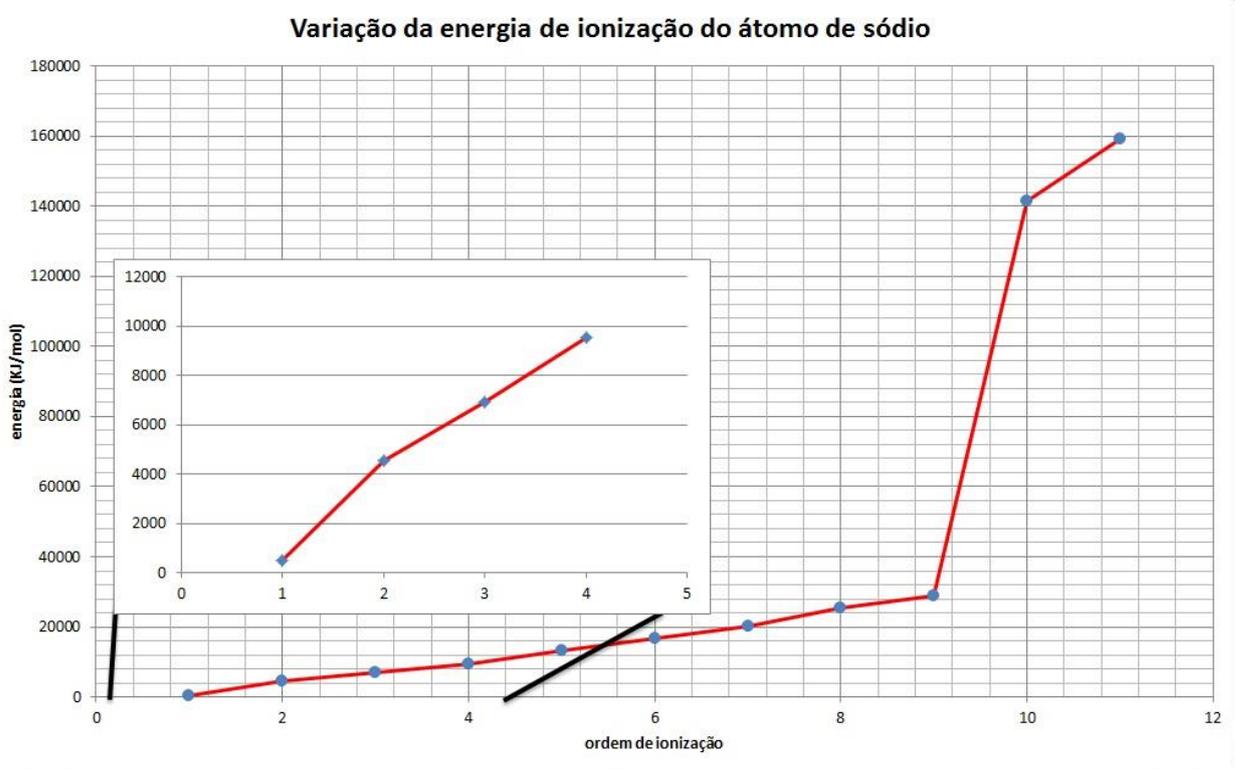


Tabela 2 - Valores das energias de ionização para o magnésio em função da ordem de ionização

Ordem de ionização (Mg)	Energia (KJ/mol)
1	737,7
2	1450,7
3	7732,7
4	10542,5
5	13630
6	18020
7	21711
8	25661
9	31653
10	35458
11	169988
12	189386

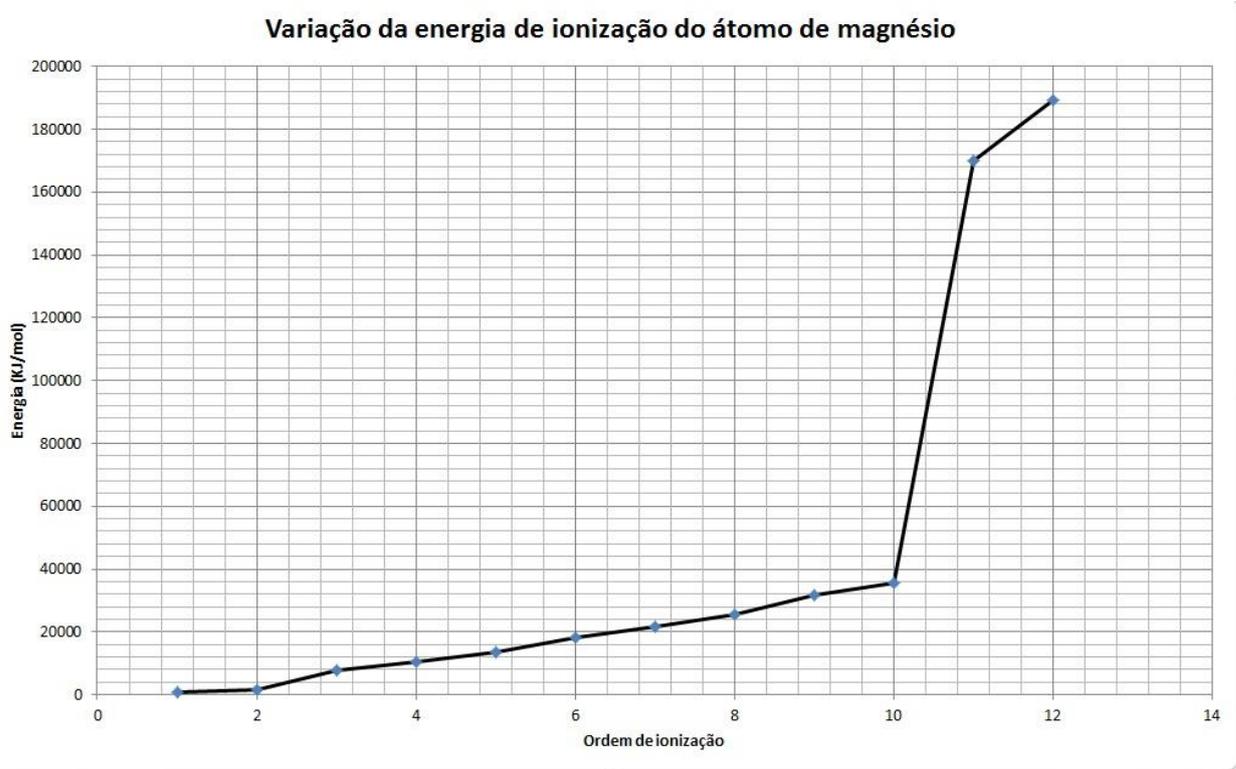


Tabela 3 - Valores das energias de ionização para o alumínio em função da ordem de ionização

Ordem de ionização (Al)	Energia (KJ/mol)
1	577,5
2	1816,7
3	2744,8
4	11577
5	14842
6	18379
7	23326
8	27465
9	31853
10	38473
11	42647
12	201266
13	222316

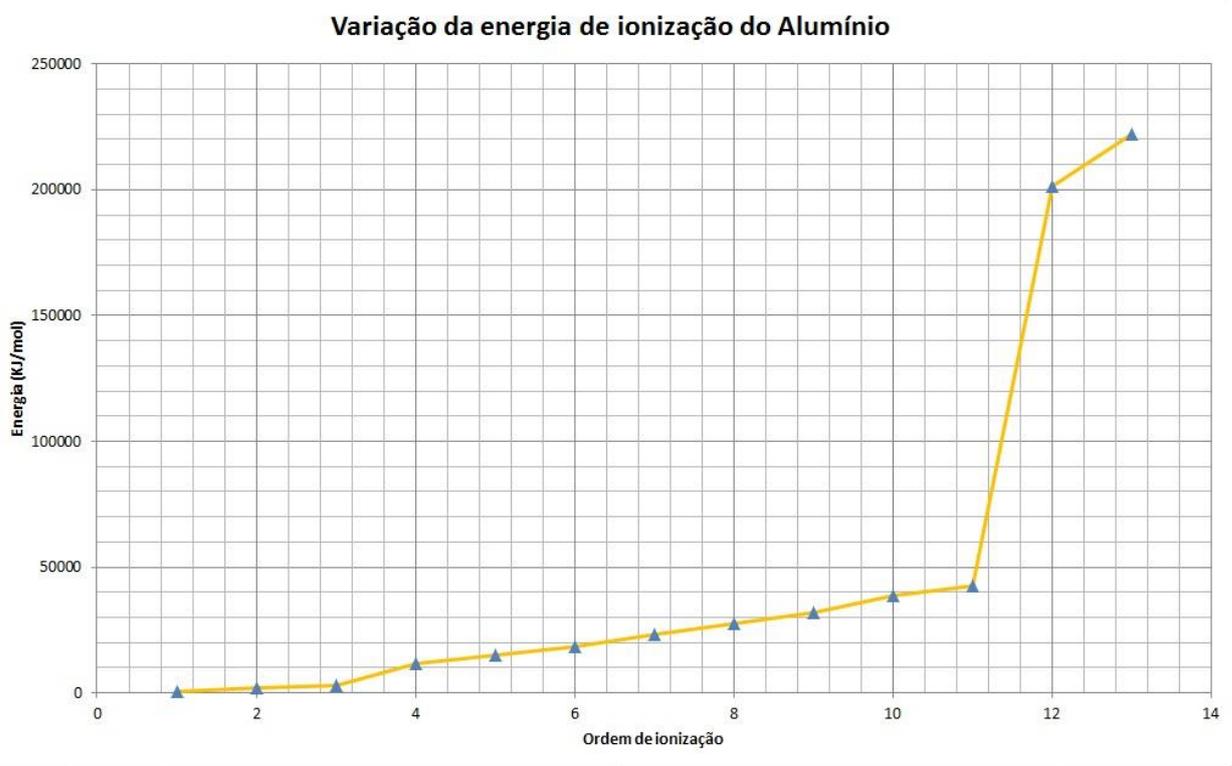


Tabela 4 - Valores das energias de ionização para o enxofre em função da ordem de ionização

Ordem de ionização (S)	Energia (KJ/mol)
1	999,6
2	2252
3	3357
4	4556
5	7004,3
6	8495,8
7	27107
8	31719
9	36621
10	43177
11	48710
12	54460
13	62930
14	68216
15	311048
16	337138

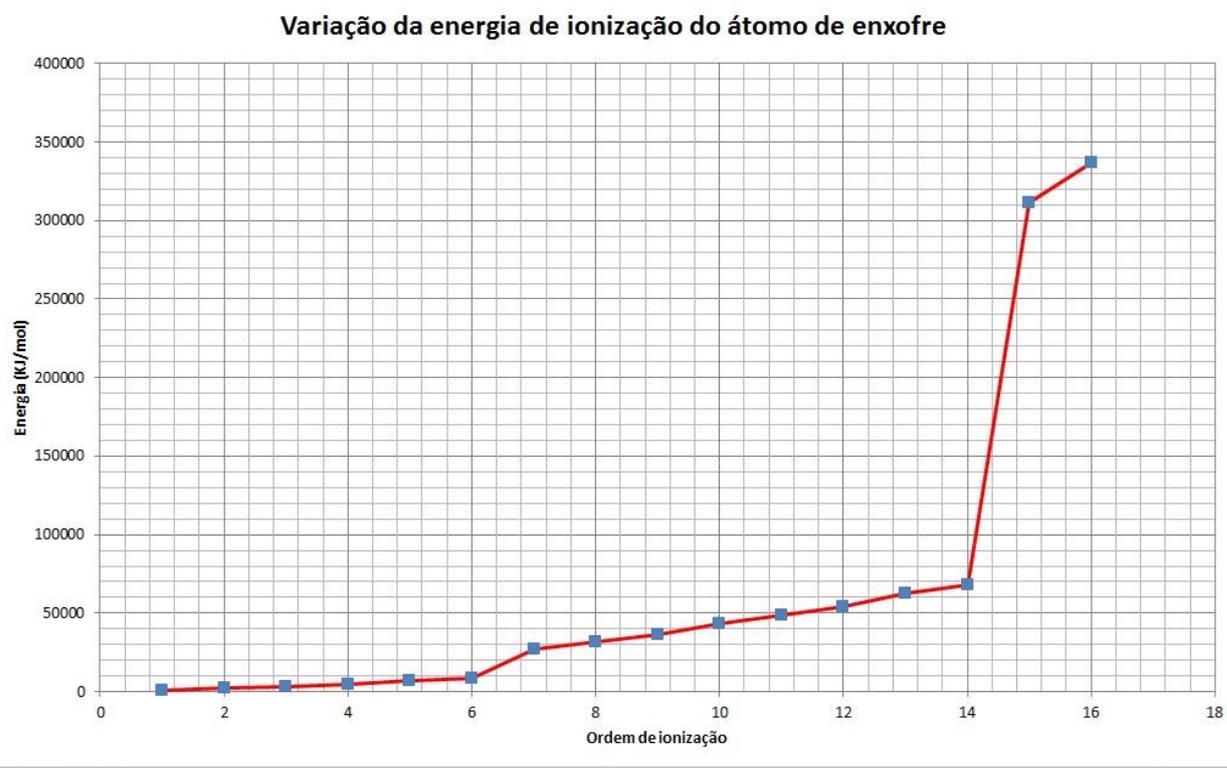


Tabela 5 - Valores das energias de ionização para o potássio em função da ordem de ionização

Ordem de ionização (K)	Energia (KJ/mol)
1	418,8
2	3052
3	4420
4	5877
5	7975
6	9590
7	11343
8	14944
9	16963,7
10	48610
11	54490
12	60730
13	68950
14	75900
15	83080
16	93400
17	99710
18	444880
19	476063

Variação da energia de ionização para o átomo de potássio

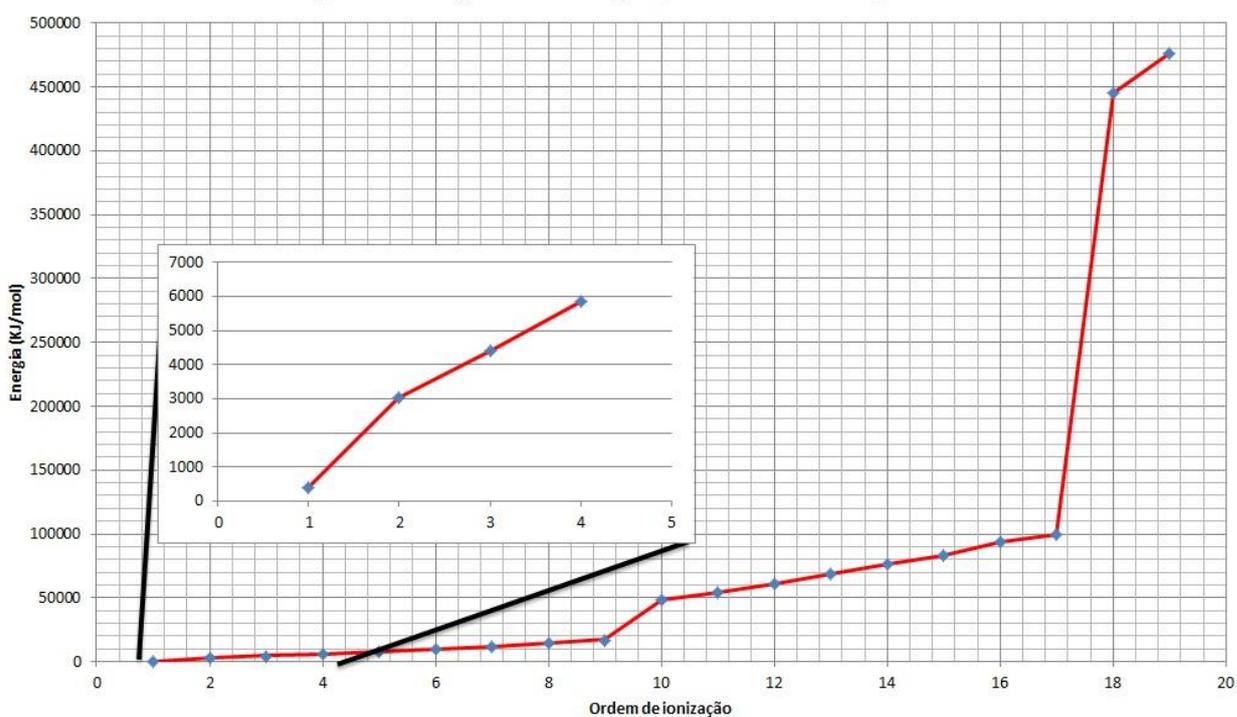
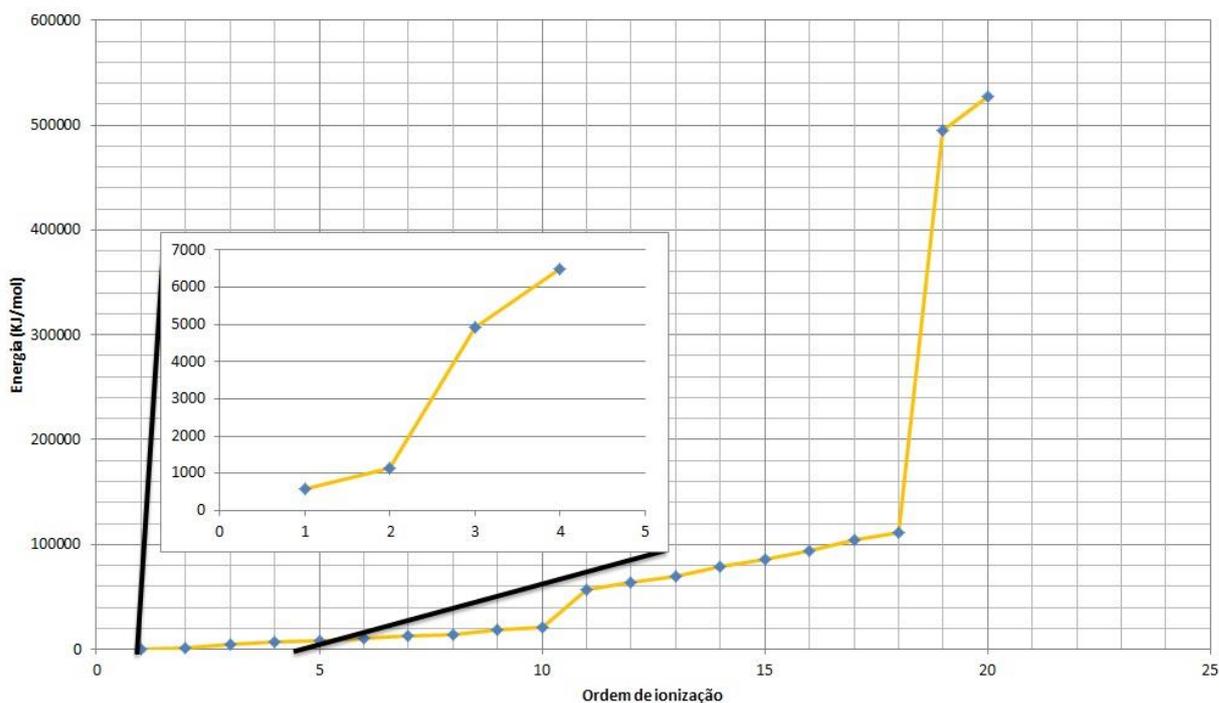


Tabela 6 - Valores das energias de ionização para o cálcio em função da ordem de ionização

Ordem de ionização (Ca)	Energia (KJ/mol)
1	589,8
2	1145,4
3	4912,4
4	6491
5	8153
6	10496
7	12270
8	14206
9	18191
10	20385
11	57110
12	63410
13	70110
14	78890
15	86310
16	94000
17	104900
18	111711
19	494850
20	527762

Variação da energias de ionização do átomo de cálcio



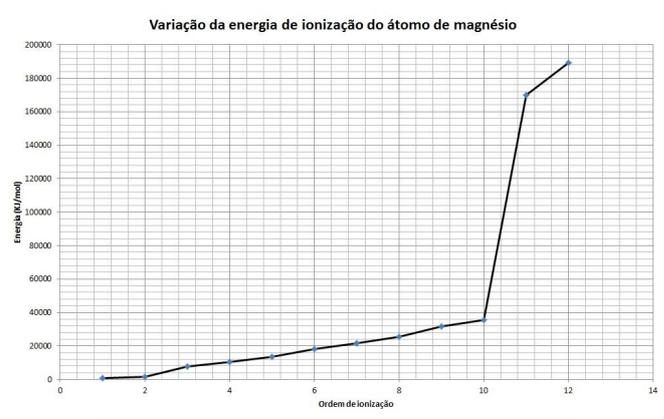
Evidências sobre a organização da eletrosfera dos átomos.

Uma das maneiras de representar o átomo foi apresentada por Bohr em 1913. Em sua proposta, o átomo seria constituído por um núcleo de carga positiva e os elétrons estariam em órbitas circulares ao redor do núcleo. Existiriam somente algumas órbitas permitidas. Cada órbita corresponderia a uma energia bem definida. O objetivo desse trabalho foi o de mostrar, através dos valores de energia de ionização, que os elétrons estão em níveis de energia bem definidos e que somente certo número de elétrons é observado para cada nível de energia.

A energia de ionização é formalmente definida como sendo a energia para arrancar elétrons do átomo. Ou seja, de retirar os elétrons dos níveis de energia. O primeiro elétron a ser retirado se encontra no nível de energia mais externo do átomo, que chamamos de camada de valência. Dessa forma, o primeiro elétron a ser retirado exige menos energia que o segundo elétron e assim sucessivamente. Então, uma relação interessante a ser considerada é a dependência da energia de ionização com o tamanho do átomo: átomos grandes apresentam pequenos poderes de atração núcleo/elétron e, portanto, baixas energias de ionização. Átomos pequenos apresentam grandes poderes de atração núcleo/elétron e assim, grandes valores de energia de ionização. À medida que retiramos elétrons dos átomos, eles diminuem de tamanho e, por isso, atração entre o núcleo e os elétrons remanescente se torna cada vez maior. Isso explica porque observamos valores crescentes das sucessivas energias de ionização.

Uma pergunta que poderíamos fazer é: será que a energia de ionização se comporta da mesma maneira para todos os elementos?

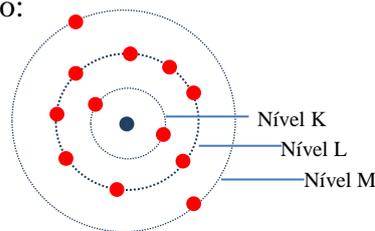
Para respondermos a essa pergunta, considere o gráfico de energia de ionização do elemento magnésio:



Vamos considerar também a configuração eletrônica por níveis de energia do átomo de magnésio:

$$K = 2L = 8 \quad M = 2$$

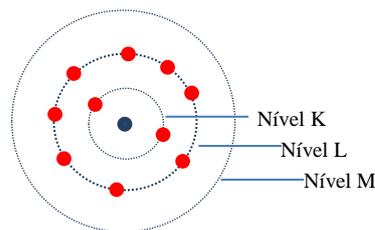
E a representação do átomo de magnésio:



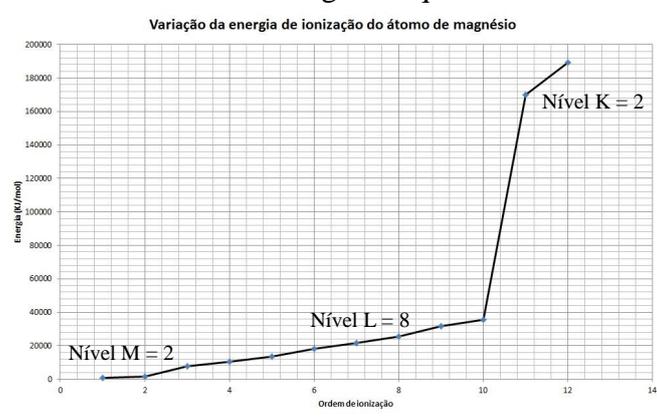
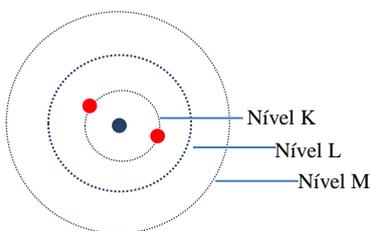
Onde as esferas vermelhas representam os elétrons, a esfera azul representa o núcleo atômico e as linhas tracejadas os níveis de energia ou orbitas.

Note que os dois elétrons mais distantes se encontram na camada M e, portanto apresentam as energias de ionização mais baixas. A segunda energia de ionização é maior que a primeira porque a retirada de um elétron faz a eletrosfera diminuir de tamanho e por isso, a força de atração entre o núcleo e os elétrons remanescentes aumenta.

A terceira energia de ionização é bem maior que a segunda porque o terceiro elétron a ser retirado está em um nível de energia mais interno. O nível M agora encontra-se desocupado, conforme o representado na figura ao lado. Dessa forma a distância o terceiro elétron a ser retirado é ainda menor que a dos dois primeiros, que se encontravam no nível M o que acarreta num aumento da energia necessária para se tira-lo.

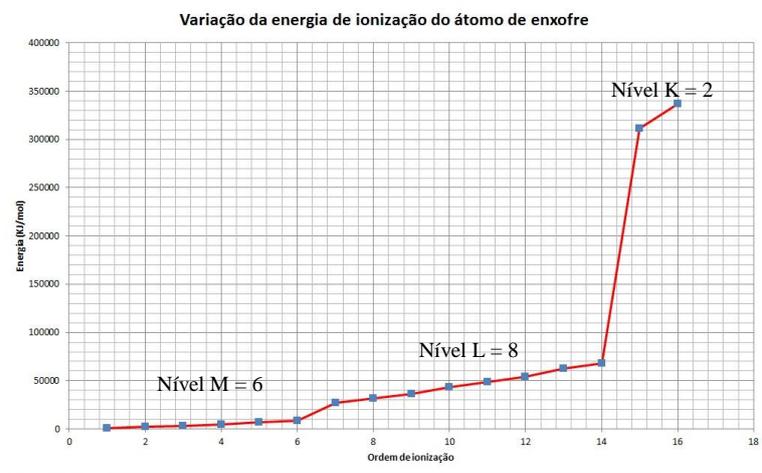


A partir daí, a energia de ionização cresce à medida que se retiram os elétrons. A mesma observação de um grande aumento de energia de ionização que foi observada entre o segundo e o terceiro elétrons pode ser feita se compararmos a energia envolvida na retirada do décimo primeiro elétron. Ela é significativamente maior que a energia para retirarmos o décimo elétron porque o átomo está com apenas um nível de energia ocupado, ou seja, esses elétrons estão mais fortemente atraídos pelo núcleo do átomo de magnésio que os demais.



Ao observarmos novamente o gráfico das sucessivas energias de ionização observamos 2 primeiras energias de ionização, que correspondem aos elétrons do nível M, oito energias de ionização correspondentes ao nível L e 2 energias de ionização correspondentes ao nível K. Exatamente a configuração eletrônica do átomo de magnésio feita inicialmente.

Poderíamos fazer a mesma análise para qualquer outro gráfico dos outros elementos químicos. Por exemplo, no caso do enxofre:



Dai a configuração eletrônica conhecida para o enxofre ser $K = 2$ $L = 8$ $M = 6$.

Dessa forma, podemos entender porque se considera que elétrons estão organizados em níveis de energia em torno do núcleo segundo uma configuração eletrônica que pode ser representada seguinte forma que $K=2$ $L=8$ $M=18$ $N=32$ $O=32$ $P=18$ e $Q=2$.

Na próxima atividade iremos discutir quais outras propriedades dos elementos químicos podem ser evidenciadas na classificação periódica.

Atividade 3: As Propriedades periódicas: trabalhando com banco de dados.

A classificação periódica dos elementos nasceu de uma sólida base experimental e passou por etapas que permitiram o despertar da curiosidade científica. Confirmada depois por fatos que lhe deram um apoio definitivo, revelou-se um majestoso edifício do conhecimento humano, sendo de uma enorme utilidade no ensino de Química. A ordenação dos elementos básicos do universo material, fruto dos trabalhos de Döbereiner, Chancourtois, Meyer, Mendeleiev e muitos outros, vêm mostrar que a construção do mundo físico, mesmo se obra do acaso, é uma estupenda criação que o homem tem conseguido revelar.

Tolentino, Rocha-Filho e Chagas (1997)

Não há dúvidas de que as colocações acima retratam com precisão a grandeza da classificação periódica dos elementos químicos. Muito mais do que um instrumento de consulta, ela sintetiza uma importante teoria científica: *a lei periódica*.

Nas nossas discussões sobre a Tabela periódica dos elementos, procuramos descrever os desafios que envolveram a sua construção, pontuando os fatos históricos, analisando os trabalhos de alguns cientistas e retratando fatos experimentais que culminaram na publicação do trabalho de Mendeleiev e na evolução da tabela até a sua forma atual.

Para organizar os elementos químicos Mendeleiev se baseou em trabalhos de vários cientistas culminando na organização dos elementos agrupados segundo as propriedades químicas. Assim, os átomos que formam os mesmos tipos de compostos foram colocados na mesma coluna da tabela periódica em ordem crescente de massa atômica. Mais tarde foram descobertas as partículas que constituem os átomos e, ai, a hipótese atômica foi aprimorada até a forma que conhecemos nos dias de hoje.

Na atividade anterior, discutimos que a energia de ionização dos elementos químicos nos dá uma evidência de que os elétrons estão organizados em níveis de energia em torno de um núcleo de carga positiva. Também nos informa que só é possível que certo número de elétrons ocupe cada uma das camadas eletrônicas.

Mas, será que existem outros padrões ocultos na classificação periódica dos elementos? Se os elementos químicos são organizados a partir das semelhanças de suas propriedades químicas, quais seriam essas propriedades e como elas variam?

Questões

Raio atômico – anexo 1 (*a ser realizada juntamente com o professor*).

01. Considere os valores de raios atômicos dos elementos químicos ao longo da família 1 (metais alcalinos). Qual é a tendência que se observa para os valores?
02. Repita a mesma análise para os elementos da família 2. Qual é a tendência que se observa para os valores?
03. Considere agora as demais famílias da tabela. Qual é a tendência que se observa para os valores?
04. Considere o número de níveis de energia (camadas eletrônicas) dos elementos químicos como se relacionam ao número de camadas e o raio atômico?
05. Considere agora os elementos do terceiro período da tabela periódica. Qual é a tendência que se observa para os valores de raio atômico?
06. Repita a mesma análise feita na questão anterior para os elementos do quarto período da tabela periódica. Qual é a tendência que se observa para os valores de raio atômico?
07. Considere os demais períodos da tabela periódica. Qual é a tendência que se observa para os valores de raio atômico?

08. Como os elementos estão no mesmo período, eles apresentam o mesmo número de níveis de energia. Faça então uma relação entre o número atômico e as variações observadas nas questões de 05 até 07. Tente explicar porque isso acontece.

1ª Energia de ionização – Anexo 2

01. Considere os valores de energia de ionização dos elementos químicos ao longo da família 1 (metais alcalinos). Qual é a tendência que se observa para os valores?

02. Repita a mesma análise para os elementos da família 2. Qual é a tendência que se observa para os valores?

03. Considere agora as demais famílias da tabela. Qual é a tendência que se observa para os valores?

04. Considere o número de níveis de energia (camadas eletrônicas) dos elementos químicos como se relacionam ao número de camadas e a energia de ionização?

05. Considere agora os elementos do terceiro período da tabela periódica. Qual é a tendência que se observa para os valores de energia de ionização?

06. Repita a mesma análise feita na questão anterior para os elementos do quarto período da tabela periódica. Qual é a tendência que se observa para os valores de energia de ionização?

07. Considere os demais períodos da tabela periódica. Qual é a tendência que se observa para os valores de energia de ionização?

08. Como os elementos estão no mesmo período, eles apresentam o mesmo número de níveis de energia. Faça então uma relação entre o número atômico e as variações observadas nas questões de 05 até 07. Tente explicar porque isso acontece.

Afinidade eletrônica – Anexo 3

01. Considere os valores de Afinidade eletrônica dos elementos químicos ao longo da família 1 (metais alcalinos). Qual é a tendência que se observa para os valores?

02. Repita a mesma análise para os elementos da família 2. Qual é a tendência que se observa para os valores?

03. Considere agora as demais famílias da tabela. Qual é a tendência que se observa para os valores?

04. Considere o número de níveis de energia (camadas eletrônicas) dos elementos químicos como se relacionam ao número de camadas e a afinidade?

05. Considere agora os elementos do terceiro período da tabela periódica. Qual é a tendência que se observa para os valores de afinidade eletrônica?

06. Repita a mesma análise feita na questão anterior para os elementos do quarto período da tabela periódica. Qual é a tendência que se observa para os valores de afinidade eletrônica?

07. Considere os demais períodos da tabela periódica. Qual é a tendência que se observa para os valores de afinidade eletrônica?

08. Como os elementos estão no mesmo período, eles apresentam o mesmo número de níveis de energia. Faça então uma relação entre o número atômico e as variações observadas nas questões de 05 até 07. Tente explicar porque isso acontece.

Eletronegatividade – anexo 4

01. Considere os valores de Eletronegatividade dos elementos químicos ao longo da família 1 (metais alcalinos). Qual é a tendência que se observa para os valores?

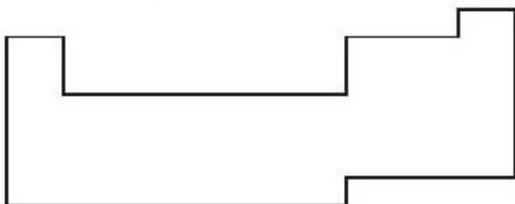
02. Repita a mesma análise para os elementos da família 2. Qual é a tendência que se observa para os valores?

03. Considere agora as demais famílias da tabela. Qual é a tendência que se observa para os valores?

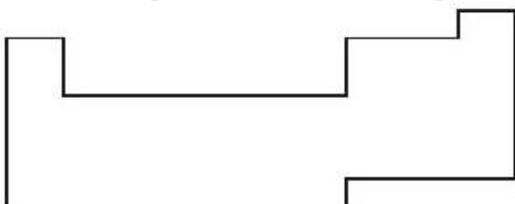
04. Considere o número de níveis de energia (camadas eletrônicas) dos elementos químicos como se relacionam ao número de camadas e a Eletronegatividade?
05. Considere agora os elementos do terceiro período da tabela periódica. Qual é a tendência que se observa para os valores de eletronegatividade?
06. Repita a mesma análise feita na questão anterior para os elementos do quarto período da tabela periódica. Qual é a tendência que se observa para os valores de eletronegatividade?
07. Considere os demais períodos da tabela periódica. Qual é a tendência que se observa para os valores de eletronegatividade?
08. Como os elementos estão no mesmo período, eles apresentam o mesmo número de níveis de energia. Faça então uma relação entre o número atômico e as variações observadas nas questões de 05 até 07. Tente explicar porque isso acontece.

Anote as tendências observadas para as quatro propriedades nos esquemas a seguir.

Tendência aproximada observada para a variação do raio atômico



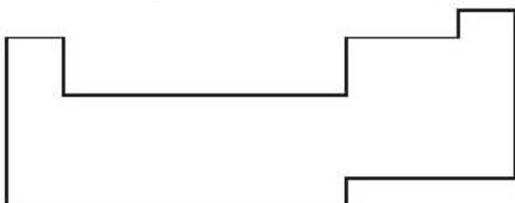
Tendência aproximada observada para a variação da 1ª Energia (potencial) de ionização



Tendência aproximada observada para a variação da afinidade eletrônica (eletroafinidade)



Tendência aproximada observada para a variação da eletronegatividade



Anexo2: 1ª energia de ionização

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	1 H Hidrogénio 1,312.0	2 He Hélio 2372.3																	
2	3 Li Lítio 520.2	4 Be Berílio 899.5	5 B Boro 800.6	6 C Carbono 1086.5	7 N Azoto 1402.3	8 O Oxigénio 1313.9	9 F Fluor 1681.0	10 Ne Néon 2080.7											
3	11 Na Sódio 495.8	12 Mg Magnésio 737.7	13 Al Alumínio 577.5	14 Si Silício 786.5	15 P Fósforo 1011.8	16 S Enxofre 999.6	17 Cl Cloro 1251.2	18 Ar Argon 1520.6											
4	19 K Potássio 418.8	20 Ca Cálcio 589.8	21 Sc Escândio 633.1	22 Ti Titânio 658.8	23 V Vanádio 650.9	24 Cr Cromio 652.9	25 Mn Manganês 717.3	26 Fe Ferro 762.5	27 Co Cobalto 760.4	28 Ni Níquel 737.1	29 Cu Cobre 745.5	30 Zn Zinco 906.4	31 Ga Gálio 578.8	32 Ge Germânio 762	33 As Arsénio 947.0	34 Se Selénio 941.0	35 Br Bromo 1139.9	36 Kr Cripton 1350.8	
5	37 Rb Rubídio 403.0	38 Sr Estrôncio 549.5	39 Y Ítrio 600	40 Zr Zircónio 640.1	41 Nb Nióbio 652.1	42 Mo Molibdénio 684.3	43 Tc Tecnécio 702	44 Ru Ruténio 710.2	45 Rh Ródio 719.7	46 Pd Paládio 804.4	47 Ag Prata 731.0	48 Cd Cádmio 867.8	49 In Índio 558.3	50 Sn Estanho 708.6	51 Sb Antimónio 834	52 Te Telúrio 869.3	53 I Iodo 1008.4	54 Xe Xenónio 1170.4	
6	55 Cs Césio 375.7	56 Ba Bário 502.9	57-71	72 Hf Háfnio 658.5	73 Ta Tântalo 761	74 W Tungsténio 770	75 Re Rénio 760	76 Os Osmio 840	77 Ir Írídio 880	78 Pt Platina 870	79 Au Ouro 890.1	80 Hg Mercúrio 1007.1	81 Tl Tálio 589.4	82 Pb Chumbo 715.6	83 Bi Bismuto 703	84 Po Polónio 812.1	85 At Astato 890	86 Rn Radon 1037	
7	87 Fr Frâncio 360	88 Ra Rádio 509.3	89-103	104 Rf Rutherfordio 580	105 Db Dubnio 580	106 Sg Seabórgio 580	107 Bh Bóhrio 580	108 Hs Hássio 580	109 Mt Meitnério 580	110 Ds Darmstádio 580	111 Rg Roentgénio 580	112 Cn Copernício 580	113 Uut Ununtrio 580	114 Fl Fleróvio 580	115 Uup Ununpénio 580	116 Lv Livermório 580	117 Uus Ununseptio 580	118 Uuo Ununoctio 580	

Anexo 4: eletronegatividade

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H	He																He
	Hidrogênio 2,20	Hélio																
2	Li	Be																Ne
	Lítio 0,98	Berílio 1,57																Neônio
3	Na	Mg																Ar
	Sódio 0,93	Magnésio 1,31																Argônio
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
	Potássio 0,82	Cálcio 1,0	Escândio 1,36	Titânio 1,54	Vanádio 1,63	Crômio 1,66	Manganês 1,55	Ferro 1,83	Cobalto 1,88	Níquel 1,91	Cobre 1,90	Zinco 1,65	Gálio 1,81	Germânio 2,01	Arsênio 2,18	Selênio 2,55	Bromo 2,96	Criptônio 3,0
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
	Rubídio 0,82	Estrôncio 0,95	Ítrio 1,22	Zircônio 1,33	Nióbio 1,6	Molibdênio 2,16	Técnetio 1,9	Rútenio 2,2	Ródio 2,28	Paládio 2,20	Prata 1,93	Cádmio 1,69	Índio 1,78	Estanho 1,96	Antimônio 2,03	Telúrio 2,1	Iodo 2,66	Xenônio 2,6
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
	Césio 0,79	Bário 0,89	57-71	Háfnio 1,3	Tântalo 1,5	Tungstênio 2,36	Rênio 1,9	Osmio 2,2	Iridio 2,20	Platina 2,28	Ouro 2,54	Mercurio 2,0	Tálio 1,62	Chumbo 2,33	Bismuto 2,02	Polônio 2,0	Astato 2,2	Rádion
7	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo
	Frâncio 0,7	Rádio 0,9	89-103	Rutherfordio 1,0	Dubnio 1,1	Seabórgio 1,2	Bório 1,4	Háscio 1,9	Mitânio 1,6	Darmstádio 1,7	Roentgênio 1,9	Copernício 1,8	Ununítio 1,8	Fleróvio 1,8	Ununpêntio 1,8	Livermório 1,8	Ununseptio 1,8	Ununoctio 1,8

As propriedades periódicas

As propriedades das substâncias químicas refletem as propriedades dos átomos que as compõe. Sabemos por exemplo que os elementos da coluna 1 da tabela tendem a formar compostos iônicos quando se combinam quimicamente com os elementos da família dos halogênios. Dessa combinação podem resultar compostos que apresentam temperaturas de fusão e ebulição altas ou boa solubilidade em água. Grupos de elementos podem exibir químicas das substâncias semelhantes. Por exemplo, os metais alcalinos são muito reativos: quando são combinados com a água ocorrem reações exotérmicas com liberação de gás hidrogênio e formação de uma base inorgânica (LiOH, NaOH, KOH, etc). Esse pode ser um dos motivos da denominação dessa coluna com o nome de metais alcalinos. Os elementos do grupo 18 da tabela são conhecidos por gases nobres devido a sua baixa reatividade química. Dessa forma, conhecer as propriedades dos elementos químicos, bem como a sua variação na tabela periódica pode nos dar uma ideia sobre, por exemplo, quais tipos de compostos determinados elementos químicos podem gerar.

A seguir faremos um breve comentário sobre as propriedades periódicas que analisamos durante as nossas discussões.

Raio atômico

1	15
1 1 H Hidrogênio 1	
3 2 Li Lítio 2	7 2 N Azoto 2
11 3 Na Sódio 3	15 3 P Fósforo 3
19 4 K Potássio 4	33 4 As Arsênio 4
37 5 Rb Rubídio 5	51 5 Sb Antimônio 5
55 6 Cs Césio 6	83 6 Bi Bismuto 6

Figura 1: Duas colunas da tabela periódica.

Podemos entender o raio atômico como sendo o tamanho do átomo. Pode ser interpretado como sendo a distância entre o núcleo e o nível de valência dos átomos. Uma análise na tabela periódica presente no anexo 1 desta atividade mostra que os valores de raios atômicos aumentam ao longo das famílias com o aumento do número atômico. Considere a figura 1, a seguir, em que estão representados dois grupos da tabela periódica, os metais alcalinos e elementos da família do nitrogênio. Dentro da quadricula acima do símbolo químico está o número de prótons e abaixo os valores de raios atômicos, em pm. Ao lado dos símbolos está a configuração eletrônica por níveis de energia:

Ao observarmos os elementos ao longo de uma família, podemos identificar um aumento no número de prótons e de elétrons dos átomos requerendo assim que mais níveis de energia sejam ocupados. Dessa forma, ocorre o aumento do raio atômico. Por exemplo, um átomo que está localizado no 4º período tem 4 níveis de energia e é maior que um átomo localizado no 2º período, que tem 2 níveis de energia. Essa tendência pode ser observada ao longo

de cada uma das famílias da tabela.

Ao longo de um período ocorre a diminuição do raio atômico dos elementos. Note que elementos que estão em um mesmo período apresentam o mesmo número de níveis de energia ocupados. Assim, o tamanho do átomo fica dependente da carga nuclear efetiva que atua sobre os elétrons mais externos, o que pode ser verificado partir do número de prótons dos elementos. Com o aumento do número de prótons ocorre um aumento da carga nuclear efetiva, portanto ocorre um aumento do poder de atração do núcleo sobre os elétrons mais externos. Isso faz com que o raio atômico diminua.

Outra forma de se analisar a tendência é através de um gráfico como o mostrado a seguir:

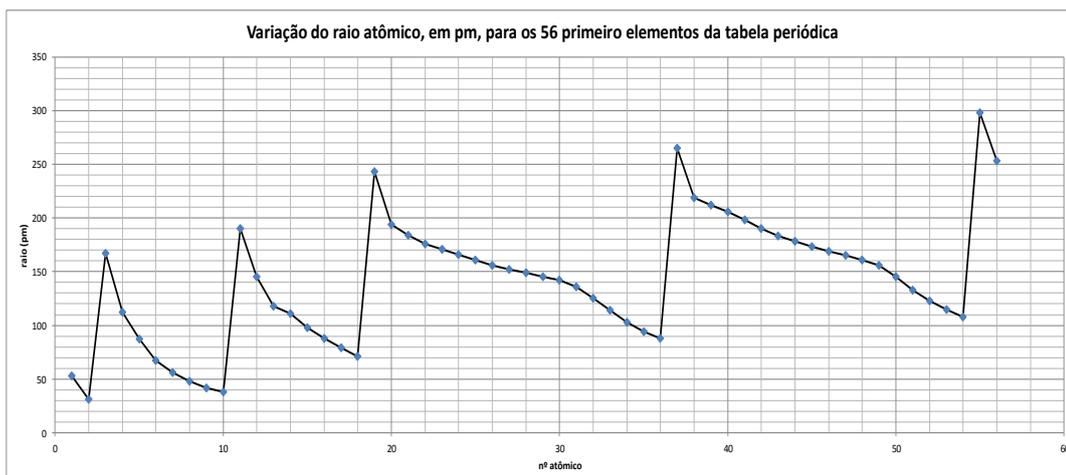


Figura 2: Variação do raio atômico, em pm, para os 56 primeiros elementos químicos da tabela periódica.



Figura 3: Tendência observada para o aumento do raio atômico

1ª Energia de ionização

A energia, ou potencial, de ionização é a energia necessária para se remover um elétron de um átomo isolado no estado gasoso. Com efeito, a energia de ionização reflete mais uma vez o poder de atração do núcleo sobre os elétrons.

Repare que o comportamento observado para os valores das energias de ionização é aproximadamente o contrário daquele que discutimos para o raio atômico. Assim, átomos menores apresentam maiores energias e ionização e átomos grandes apresentam menores energias de ionização. Ao longo de uma família o raio atômico aumenta. Dessa forma os elétrons de valência ficam mais distantes do núcleo diminuindo, assim, o poder de atração. Os valores de energia para retirar elétrons ficam mais baixos para átomos maiores. Ao longo de uma família discutimos que o número de níveis de energia é o mesmo. Assim, o poder de atração dos átomos depende da carga nuclear que pode ser interpretada pelo número de prótons. Átomos com mais prótons tem maiores poderes de atração sobre os elétrons. Assim, maiores quantidades de energia são requeridas para se remover os elétrons de valência desses átomos.

O gráfico a seguir pode ser útil na visualização da tendência da energia de ionização na tabela periódica.

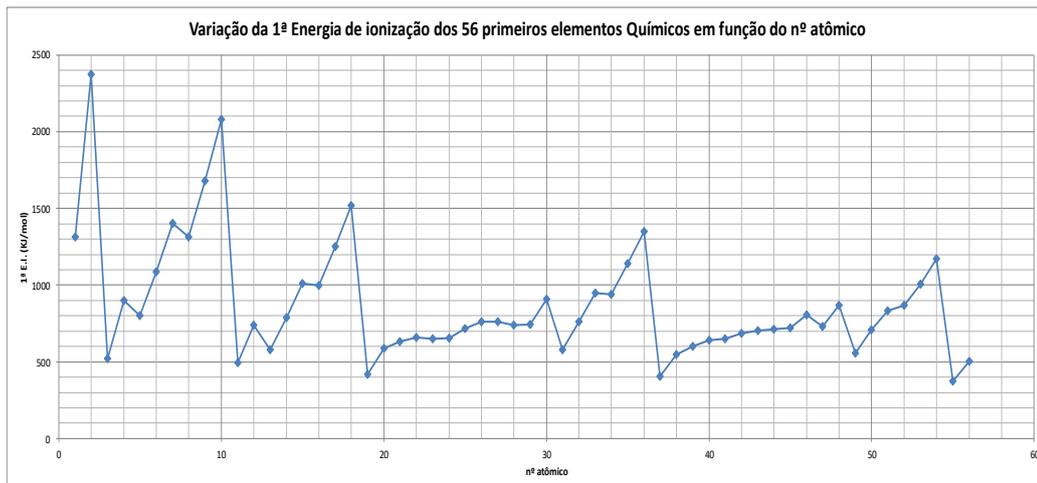


Figura 4: Variação da primeira energia de ionização, em KJ/mol, para os 56 primeiros elementos químicos da tabela periódica.



Figura 5: Tendência observada para o aumento da 1ª energia de ionização.

A afinidade eletrônica pode ser entendida como a energia liberada quando um átomo isolado no estado gasoso recebe um elétron. Tal qual a energia de ionização, os valores de afinidade eletrônica podem nos dar pistas sobre o poder de atração do núcleo sobre os elétrons em cada um dos elementos químicos. O tratamento gráfico das afinidades eletrônicas pode favorecer a visão sobre a periodicidade aproximada da tabela periódica.

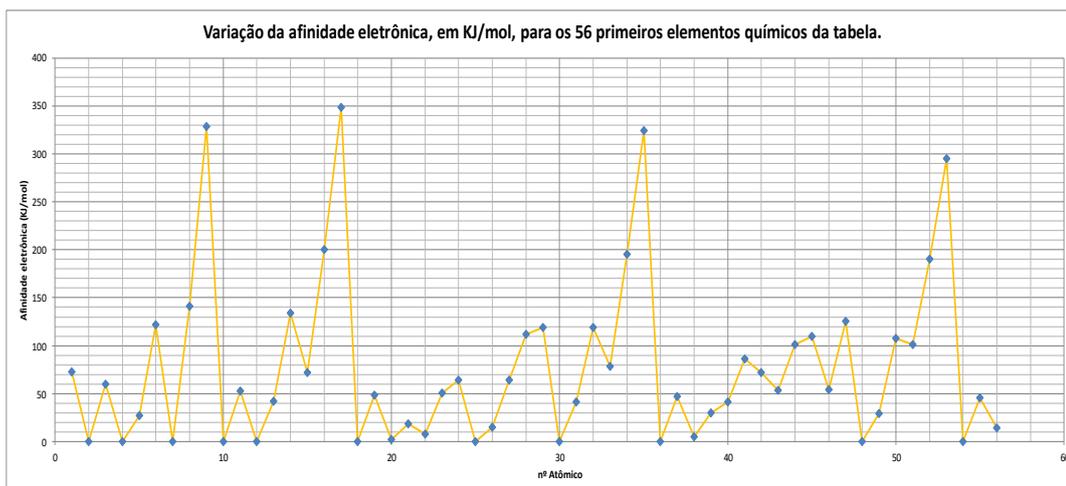


Figura 6: Variação da afinidade eletrônica, em KJ/mol, para os 56 primeiros elementos químicos da tabela periódica.

Alguns valores notáveis no gráfico são:

- As elevadas afinidades eletrônicas dos halogênios. Isso explicaria porque esses elementos formam cargas negativas em muitos compostos iônicos.
- Das baixas afinidades eletrônicas dos metais, em particular, dos metais alcalinos e alcalinos terrosos. Esse fato explicaria porque esses elementos tem tendência de formar cátions, quando se combinam quimicamente com não metais.
- Das afinidades nulas dos gases nobres. Este último fato ajuda a sustentar a baixa reatividade dos gases nobre. Segundo os dados acima (altas Energias de ionização e Afinidades eletrônicas nulas) podemos concluir que é muito difícil se retirar elétrons dos gases nobres e que eles não recebem elétrons facilmente.



Figura 7: Tendência aproximada observada para o aumento da afinidade eletrônica.

A eletronegatividade pode ser entendida como sendo o poder de atração dos átomos sobre os elétrons envolvidos em uma ligação química. No caso dessa propriedade, observa-se um comportamento mais regular, muito parecido com os valores das 1ªs energias de ionização. Dessa forma podemos concluir que os mesmos fatores que afetam sobre os valores de raios atômicos podem influenciar sobre os valores de eletronegatividade. Chama-nos a atenção para

os valores altos de Eletonegatividade para os dois gases nobres Kr e Xe, em novos compostos formados com oxigênio e flúor. Ressaltamos que estes materiais só reagem em condições drásticas. Bem diferente do padrão dos demais gases nobres.

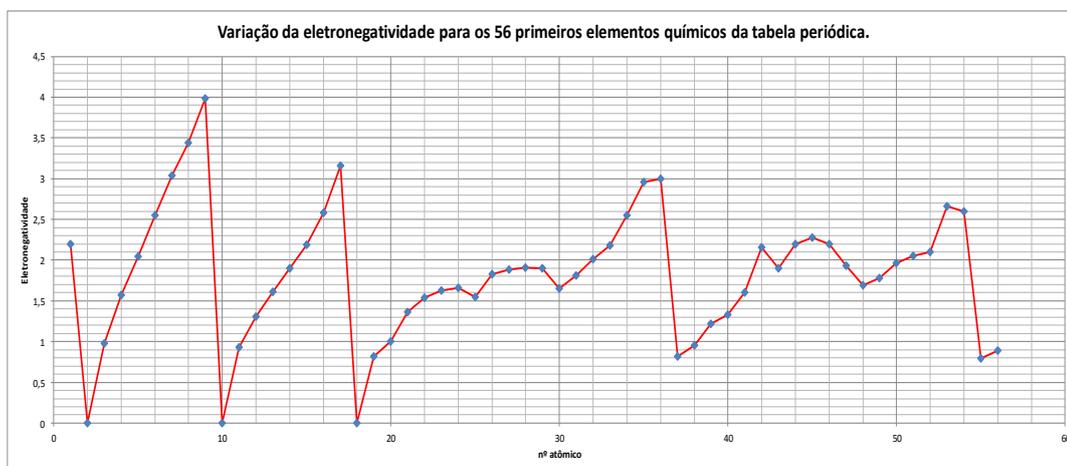


Figura 8: Variação da eletonegatividade para os 56 primeiros elementos químicos da tabela periódica.



Figura 9: Tendência observada para o aumento da eletonegatividade.

Referências

- Atkins, P. e Jones, L. Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Porto Alegre, Bookman, p. 145 – 153. 2006.
- Brady, J. E. e Senese, F. Química: a matéria e suas transformações. Rio de Janeiro, LCT, p. 290 – 299. 2009.
- Filho, J. M. M. e Faria, R.B.; 120 anos da classificação periódica dos elementos químicos, QUÍMICA NOVA, 13(1) (1990).
- Kean, S. A colher que desaparece e outras histórias reais de loucura, amor e morte a partir dos elementos químicos. Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editora. p. 49 – 63.2001.
- Mortimer, E. F. e Machado A. H. Química, volume 1, São Paulo, Scipione, p. 170 – 192.2010.
- Strahern, P. O sonho de Mendeleiev: a verdadeira história da química, Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editora. p. 9-14.2002.
- Tolentino, M.; Rocha-filho, R. C.; e Chagas, A. P.; Alguns aspectos históricos da classificação periódica dos elementos químicos, QUÍMICA NOVA, 20(1) (1997).

Atividade 4: A simulação do funcionamento de uma bolsa térmica terapêutica

Uma importante aplicação dos calores de dissolução são as compressas de emergência, usadas como primeiro-socorro em contusões sofridas, por exemplo, durante práticas esportivas. Exemplos de substâncias que podem ser utilizadas são $\text{CaCl}_2(\text{s})$ e $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$, cuja dissolução em água é representada, respectivamente, pelas equações termoquímicas¹⁹:



Problematização inicial:

O enunciado sugere que a bolsa térmica esquenta ou esfria sozinha! Mas, como isso é possível? Como funciona a bolsa térmica? Quais seriam os melhores materiais para fabricar a bolsa térmica?

I- Escrevam no caderno a sua hipótese! E mãos a obra.

II- Agora façam uma pesquisa sobre as bolsas térmicas presentes no mercado.

Quais delas se encaixam no perfil da bolsa térmica que estamos abordando? Quais são as suas características? Quais são as suas aplicações?

III- Reúna-se em grupo de acordo com as instruções do professor e depois discuta com os seus colegas sobre a sua pesquisa.

IV – Apresentem as discussões do grupo para o professor e para a turma.

V- Nas atividades a seguir, vamos estudar sobre os princípios de funcionamento da bolsa térmica.

Parte 1: Dissolução do cloreto de cálcio na água

Materiais

- Calorímetro. Se a escola não dispuser de um calorímetro, um béquer forrado com jornal pode ser utilizado.
- Bastão de vidro
- Termômetro
- Cloreto de cálcio diidratado
- 200mL de água

Procedimento

- Pese a massa de cloreto de cálcio indicada pelo seu professor.
- Meça a temperatura inicial da água, antes da dissolução do cloreto de cálcio. Anote em seu caderno.
- Adicione o cloreto de cálcio em água, agite e meça a temperatura da água até que não haja mais variação. Anote em seu caderno a temperatura.

¹⁹ Adaptado do enunciado de uma questão de química do vestibular 2006 da PUC do Rio Grande do Sul.

- Vamos repetir os três passos desse procedimento para uma massa diferente de cloreto de cálcio.
- Faça uma tabela de valores para a dissolução de várias massas do sal em água.

Tabela 1

Massa de cloreto de cálcio (g)	Volume de água (mL)	Temperatura final observada (°C)

Parte 2: Dissolução do acetato de sódio na água

Materiais

- Calorímetro. Se a escola não dispuser de um calorímetro, um béquer forrado com jornal pode ser utilizado.
- Bastão de vidro
- Termômetro
- Acetato de sódio triidratado
- 100mL de água

Procedimento

- Pese a massa de acetato de sódio indicada pelo seu professor.
- Meça a temperatura inicial da água, antes da dissolução do acetato de sódio. Anote em seu caderno.
- Adicione o acetato de sódio em água, agite e meça a temperatura da água até que não haja mais variação. Anote em seu caderno a temperatura.
- Repetiremos agora os três passos desse procedimento para uma massa diferente de acetato de sódio.
- Faça uma tabela de valores para a dissolução de várias massas do sal em água.

Tabela 2

Massa de acetato de sódio (g)	Volume de água (mL)	Temperatura final observada (°C)

Parte 3: Precipitação do acetato de sódio

Materiais

- Dois béqueres
- Bastão de vidro
- Termômetro
- Bolsa plástica utilizada como sonda alimentar
- 181g Acetato de sódio triidratado
- 40mL de água

Procedimento

Adicione os 181g de acetato de sódio triidratado em 40mL de água. Em seguida aqueça a mistura em banho-maria até que todo o acetato se dissolva de modo que não se observe mais a presença de sólido no fundo do frasco.

Em seguida, transfira a solução formada em um frasco e deixe-o em repouso, resfriando naturalmente de um dia para o outro.

No dia seguinte realize os testes de precipitação do acetato de sódio e medidas as elevações das temperaturas.

A precipitação acontece quando se provoca algum tipo de perturbação no sistema, como por exemplo, adicionando-se um pequeno cristal de acetato de sódio ou encostando-se o bastão de vidro na solução.

Meça a temperatura do sistema ao final do processo. Anote em seu caderno.

Tabela 3

Grupo	Temperatura final observada (°C)

Com base nos dados das tabelas 1, 2 e 3 discuta com seus colegas e elabore uma síntese das observações e uma análise dos dados com vistas a explicar o funcionamento da bolsa térmica.

Bolsa térmica terapêutica: como funciona?

Segundo Medeiro (2013)²⁰ a compressa fria é ideal para ser aplicada após quedas, pancadas ou lesões nas articulações, sendo recomendada nas primeiras 48 horas após o ocorrido. Como esse tipo de trauma pode romper alguns vasos, deixando vazar sangue, que forma os hematomas, ou a linfa ocasionado edemas e o inchaço. Com a temperatura baixa da compressa, os vasos contraem e diminuem o fluxo dos respectivos fluidos favorecendo assim que a lesão não sofra acúmulo de líquidos.

Ainda segundo essa autora, a compressa quente é ideal para tratar infecções, como aquelas em que há formação de pus, e para amenizar edemas e hematomas que se formaram após um trauma não tratado em 48 horas. A bolsa quente, ao contrário à da fria, tem ação vasodilatadora, aumentando o fluxo sanguíneo, amenizando o processo inflamatório, pois a circulação contínua do sangue evita o acúmulo de líquidos na região afetada após a lesão. A compressa quente também pode atuar no relaxamento muscular, o que a torna ideal para tratar dores como torcicolos, por exemplo, bem como contribuir no alívio de dores, como dor de dente e cólicas abdominais.

Através dos dados produzidos pelos grupos podemos perceber que deve existir uma dependência da temperatura final, e, portanto a dependência do ΔH do processo em relação às massas de água e dos sais adicionados à água. Ou seja, quanto maior a quantidade de sal adicionado maior será a variação de temperatura observada. No caso da dissolução do cloreto de cálcio a dissolução foi exotérmica, fato constatado pelo aumento da temperatura da vizinhança. Para o acetato de sódio houve uma diminuição da temperatura da vizinhança caracterizando a dissolução desse material como sendo endotérmica.

No caso da parte 3 dessa atividade, considere que a massa de acetato de sódio a ser dissolvida é muito maior que a sua solubilidade em água na temperatura ambiente, formando-se uma solução saturada com corpo de fundo. Com o aquecimento, o acetato de sódio se dissolve totalmente. Ao resfriar a solução lentamente forma-se um sistema metaestável, uma solução supersaturada de acetato de sódio. Uma perturbação, como por exemplo, a colocação de um grão de acetato de sódio, ou o contato com o bastão de vidro faria o excesso de acetato de sódio precipitar liberando energia térmica e aquecendo o frasco.

Referências

- acetato de sódio: disponível em http://pt.wikipedia.org/wiki/Acetato_de_s%C3%B3dio acesso dia 11 de julho de 2013.
- Cloreto de cálcio: disponível em http://pt.wikipedia.org/wiki/Cloreto_de_c%C3%A1lcio acesso dia 09 de julho de 2013.
- Gelo ou bolsa de água quente. Disponível em <http://www.race.com.br/pagina.asp?cod=2040> acesso dia 11 de julho de 2013.
- Giordan, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. Química Nova na Escola, n.º 10, p. 43-49, 1999.
- Gil-Perez, D, Praia, J, e Cachapuz, A.; A Hipótese e a Experiência Científica em Educação em Ciência: Contributos para uma Reorientação Epistemológica Ciência & Educação, v. 8, n.2, p. 253-262, 2002.

²⁰ Medeiros, T. Compressa quente ou fria: em que situação usar cada uma? Disponível em <http://drauziovarella.com.br/noticias/compressa-quente-ou-fria-em-que-situacao-cada-uma-deve-ser-utilizada/> último acesso dia 25 de novembro de 2015.

- Junior, W. E. F.; Ferreira, L.H. e Hartwing, D. R.; Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de ciências. Química Nova na Escola, n.º 30, p. 34-41, 2008.
- Lima, M.E.C.C.; David, M.A. e Magalhães, W. F.; Ensinar ciências por investigação: um desafio para os formadores. Química Nova na Escola, n.º 29, p. 24-29, 2008.
- Medeiros, T. Compressa quente ou fria: em que situação usar cada uma? Disponível em <http://drauziovarella.com.br/noticias/compressa-quente-ou-fria-em-que-situacao-cada-uma-deve-ser-utilizada/> acesso 10 de julho de 2014
- Morin, E.; A cabeça bem feita: repensar a reforma, reformar o pensamento. Bertrand Brasil, 15ª edição Rio de Janeiro, 128p. 2008.

Atividade 5 - A produção de sabões

Considere a reportagem publicada no sítio do jornal *The Telegraph*²¹ em agosto de 2013.

“FATBERG” DE QUINZE TONELADAS ENTOPE ESGOTO EM LONDRES

Uma massa de quinze toneladas de gordura, lenços umedecidos e produtos sanitários causou o entupimento de esgotos no sudoeste Londres.

3:46 PM BST 06 Aug 2013

A bola de gordura solidificada apelidada de “*fatberg*” foi retirada de um esgoto de Londres esgoto, conforme o informado pela empresa concessionária de águas do Rio Thames (Thames Water) nesta terça-feira.

Foram necessários 10 dias para remover o torrão de gordura purulenta misturados com alimentos e toalhetes sanitárias, que tinha o tamanho de um ônibus de dois andares que havia se formado nos esgotos sob a estrada principal, em Kingston, sudoeste de Londres.

Os moradores do próspero subúrbio reclamaram que seus banheiros não davam descarga. Tinha um “*fatberg*” colossal que não podia ser removido e pode ter levado esgoto bruto inundando casas, ruas e comércio, disse a Thames Water.

“Enquanto nós removemos maiores volumes de gordura sob o centro de Londres, no passado, nós nunca tínhamos visto um único caroço de banha congelada causando esse grande entupimento em nossos esgotos antes”, relatou Gordon Hailwood, supervisor de contratos de resíduos para a empresa, em um comunicado.

“Dado que temos os maiores esgotos e este é o maior “*fatberg*” que encontramos, acho que é o maior dos tais “*bergs*” na história britânica”.

Imagens de dentro do esgoto mostraram que o monte de gordura podre havia reduzido o volume de drenagem do esgoto a cinco por cento da sua capacidade normal.

Segundo algumas fontes, esse tipo de resíduo pode estar presente nos esgotos de praticamente todas as cidades do mundo.

Fernandes *et al* (2013) relatam que o descarte inadequado de óleo de cozinha tem agravado o problema da poluição das águas. Além do entupimento das redes de esgoto citadas na reportagem, a presença dessas substâncias causa também o mau funcionamento das estações de tratamento, pode comprometer a qualidade da água dos lençóis freáticos e provocar a impermeabilização do solo. Alguns estudos sugerem que um litro de óleo pode contaminar até 1 milhão de litros de água.

Será realmente que essa quantidade de óleo poderia degradar um volume tão grande de água?

Uma saída para esse problema pode ser a reciclagem do óleo de cozinha que pode ser utilizado tanto como combustível quanto na fabricação do sabão. Como essas duas formas de reaproveitamento do óleo vegetal podem contribuir para a preservação do meio ambiente?

Para tentar discutir sobre essa questão vamos trabalhar da seguinte forma.

01. Faça uma pesquisa sobre os impactos do descarte inadequado do óleo de cozinha. O que pode acontecer com a água contaminada pelo óleo?
02. Faça uma pesquisa em sua comunidade sobre o descarte do óleo de cozinha usado! Pode ser na forma de uma entrevista! Qual é o volume utilizado por mês? Como é feito o descarte? Qual é o volume descartado? Conhece a reciclagem do óleo?

²¹Disponível em <http://www.telegraph.co.uk/news/newsvideo/weirdnewsvideo/10226105/Fifteen-tonne-fatberg-clogs-Londons-sewers.html>
Sources: ITN/AFP/CountyClean © Copyright of Telegraph Media Group Limited 2015. Acesso fevereiro de 2015. Traduzido pelo professor David A. P. Silva

03. Faça uma pesquisa sobre as receitas para a fabricação do sabão caseiro. Anote os materiais utilizados, os procedimentos e as características do material produzido.
04. Em grupos de quatro integrantes, faça uma comparação entre as receitas pesquisadas. O que as receitas têm em comum? Em que elas diferem?
05. Discuta com seus colegas qual seria a função de cada um dos ingredientes da receita do sabão caseiro.
06. Discuta com seus colegas de grupo qual seria a validade de se produzir sabão a partir do óleo de cozinha.
07. Tente produzir uma receita de sabão com os dados que seu grupo coletou! Ela pode ser testada em laboratório!

Repensando no descarte do óleo de cozinha.

Segundo Belo *et al* (2014)²² o descarte inadequado dos óleos vegetais podem causar danos ao ambiente. Quando chega à superfície dos cursos d'água, ele pode formar uma espécie de película oleosa que além de diminuir a tensão superficial da água, dificulta a entrada de luz prejudicando o processo de fotossíntese feita pelos fitoplânctons, comprometendo assim, toda a cadeia alimentar aquática. A presença do óleo também pode provocar o entupimento das tubulações de esgoto causando o refluxo e mau cheiro relatados na reportagem de abertura dessa atividade. Alguns pesquisadores afirmam que 1 litro de óleo usado descartado na pia ou no vaso sanitário pode contaminar até um milhão de litros de água. O óleo também pode impermeabilizar os solos e contaminar os lenções freáticos.

Uma alternativa viável e de grande alcance social seria realizar a reciclagem do óleo através da fabricação de sabão caseiro.

Nessa atividade tivemos a oportunidade de investigar os ingredientes necessários a fabricação dos sabões e o papel de cada um desses materiais.

O processo que possibilita a conversão do óleo vegetal em sabão é a reação de saponificação que pode ser representada pela seguinte equação geral:

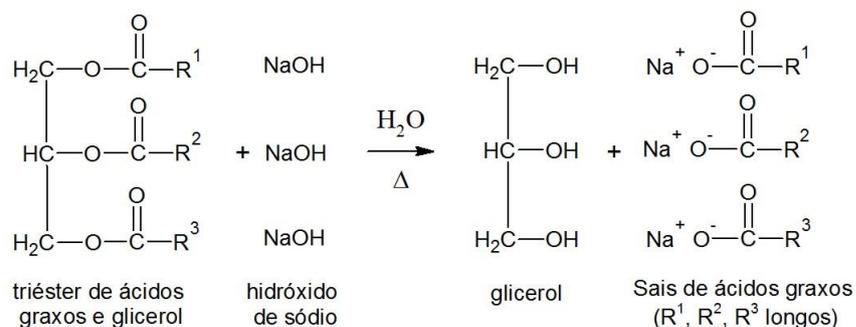


Figura 1: reação de esterificação. Imagem obtida no sitio Google <http://www.google.com.br>.

Os triésteres de ácidos graxos, ácidos carboxílicos de cadeia carbônica longa, reagem com o hidróxido de sódio produzindo glicerol (glicerina) e sais de ácidos graxos, que constituem a matéria prima dos sabões.

Nota-se que a molécula de sabão é constituída de uma longa cadeia carbônica, que apresenta características apolares e uma parte iônica. O processo de limpeza que o sabão promove consiste na interação da parte apolar da molécula de sabão (cadeia carbônica) com a sujeira (que pode apresentar características apolares) formando interações do tipo dipolo induzido dipolo instantâneo e da parte iônica da molécula do sabão com as moléculas de água, através da formação de ligações de hidrogênio, conforme o ilustrado na figura a seguir. Dizemos que o sabão é um agente tensoativo ou surfactante porque quebram a tensão superficial da água permitindo a solubilização da sujeira.

²²Belo, e. D. J. V., Amazonas, d. D. R., Santos, a. P. D. O., Silva, a. R. D. C., Correa, d. G., costa, i. D. S., e Barbosa, r. F. Reutilização de óleo vegetal para a fabricação de sabão sólido e líquido, na Escola Estadual Professora Maria Belém no município de Barreirinha. **Anais Programa Ciência na Escola**, v. 2, n. 1, 2014. Disponível em <http://pce.inpa.gov.br/index.php/RCE/article/view/198> último acesso dia 25 de novembro de 2015.

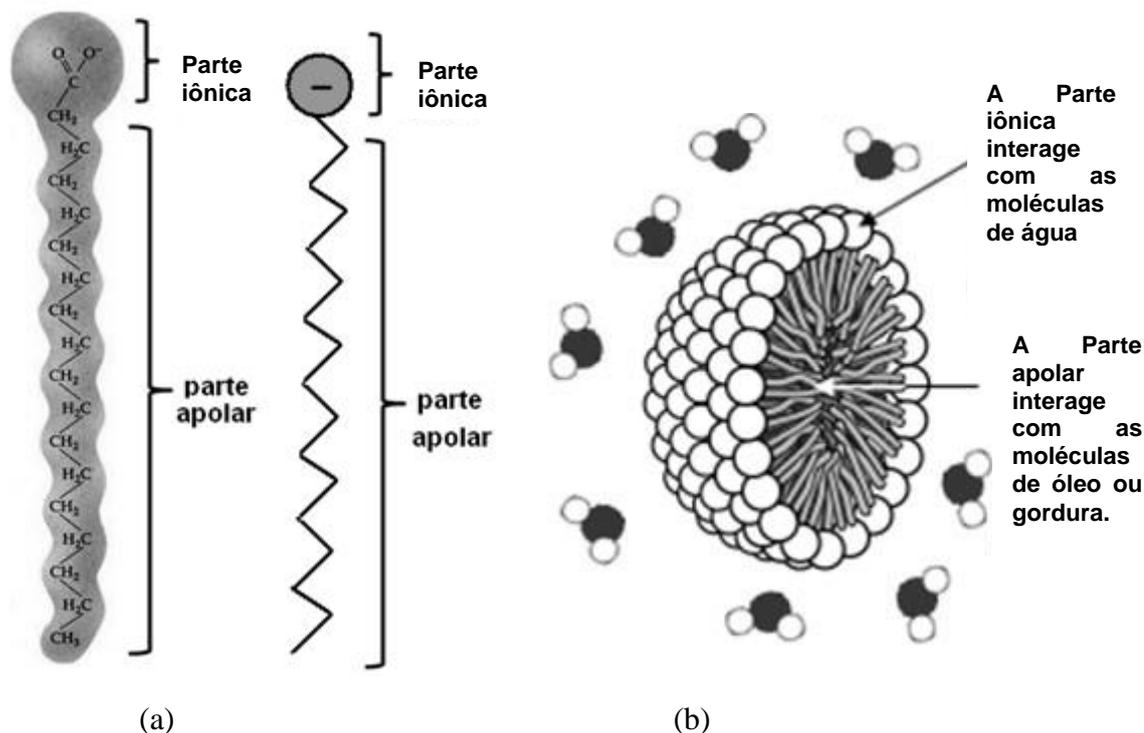


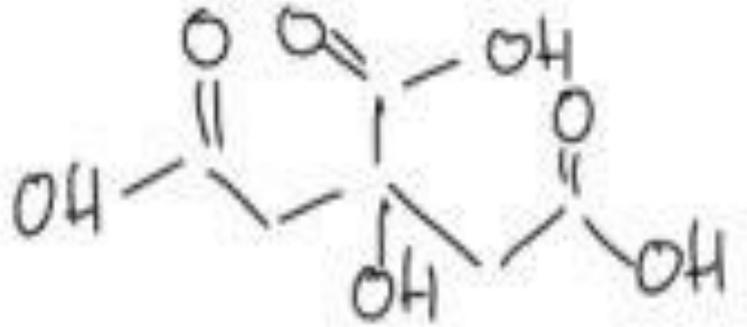
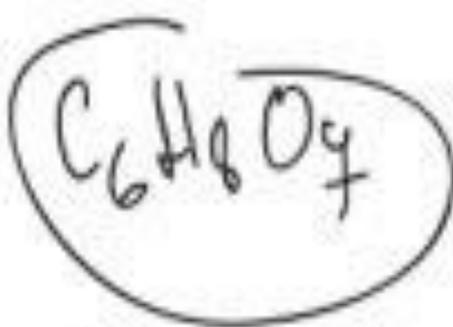
Figura 2: (a) representação de uma molécula que constitui o sabão. (b) representação da micela formada quando o sabão se dissolve em água e interage com a sujeira e com a água. Imagens obtidas no sítio Google <http://www.google.com.br>

Destacamos a relevância da reciclagem do óleo utilizado na fabricação de sabões. Além de contribuir para a preservação do meio ambiente, pode ser comercializado tornando-se um meio de subsistência importante para famílias de baixa renda.

Referências

Fiorucci, A. R. e Filho, E. B. A importância do oxigênio dissolvido em sistemas aquáticos, Química Nova na Escola. n° 22, novembro 2005, p. 10-6.

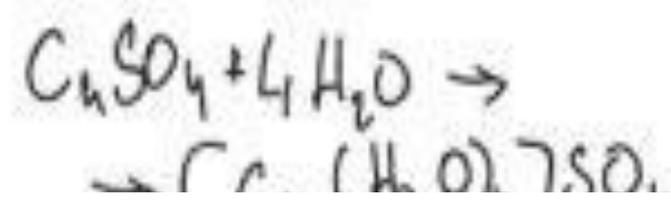
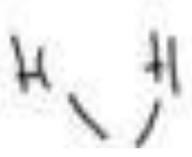
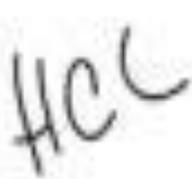
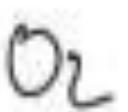
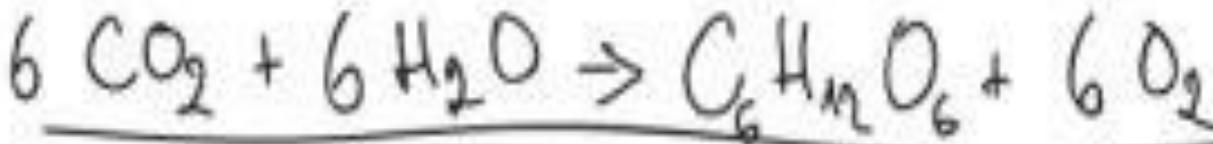
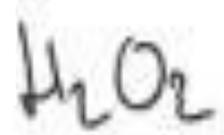
Reciclagem de óleo de cozinha produz até biodiesel, disponível em <http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=4&proj=AgenciaNoticias&pub=T&db=&docid=9CABA5D588A7435B832575150068C0B2> acessado em 20 de outubro de 2014.



199

DAVID ABRÃO PEREIRA DA SILVA

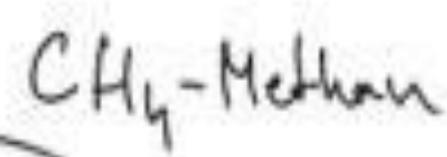
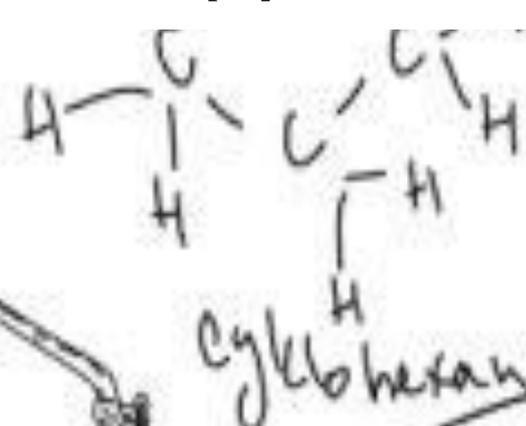
NILMA SOARES DA SILVA



Atividades investigativas: Oportunidades de construir conhecimentos em Química

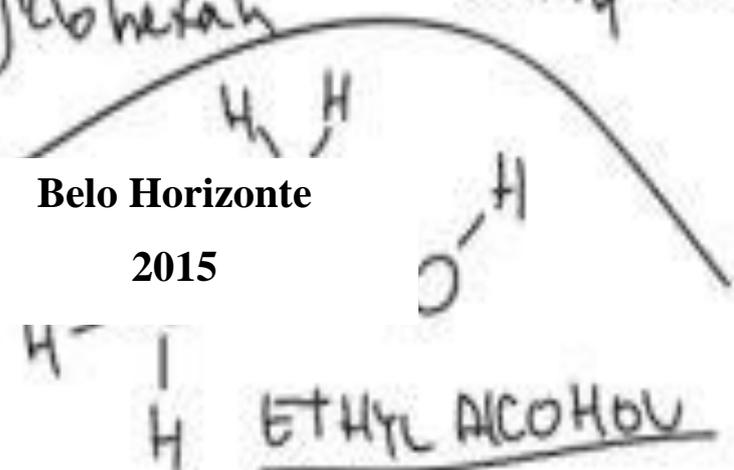
ASSESSORIA PEDAGÓGICA

(Linha de pesquisa: Ensino de Ciências e Matemática)



Belo Horizonte

2015



Atividades sobre a tabela periódica e as propriedades periódicas

Introdução

Talvez a Tabela Periódica dos Elementos químicos seja uma das maiores realizações do pensamento humano. Nela estão organizadas informações sobre os elementos químicos segundo uma regularidade de propriedades químicas e físicas. Ao longo de três séculos, a busca por um padrão entre os elementos químicos levou vários pesquisadores a produzirem trabalhos sobre as propriedades dos elementos, culminando na classificação periódica de Dmitri Mendeleev que leva em conta a lei da periodicidade química.

Interessante notar que, como dito por Kean (2011), para a maioria das pessoas, a tabela periódica não passa de um quadro enorme presente nas salas de aula ou laboratórios de química, sendo esse o único material de consulta²³ dos estudantes para um exame! Na verdade a compreensão de várias propriedades dos átomos torna o entendimento sobre o funcionamento da tabela fundamental para o trabalho de um químico.

Nos livros que são tradicionalmente adotados no ensino médio faz-se uma descrição sucinta sobre o desenvolvimento da tabela, agregando nomes de cientistas e suas contribuições para o desenvolvimento da classificação periódica. Em seguida cita-se do trabalho de Mendeleev e a classificação periódica atual com os períodos e famílias. Faz-se a relação entre as distribuições eletrônicas e as posições dos elementos da tabela. Por fim, ocorre uma abordagem do conceito de propriedades periódicas e aperiódicas e em seguida são apresentadas as variações das propriedades ao longo da tabela.

Se pretendermos discutir os princípios científicos que fundamentam a classificação periódica dos elementos químicos precisaríamos abordar o assunto com bem mais que uma lista de capítulos sobre o tema Tabela Periódica. Seria necessário permitir o envolvimento do estudante em atividades que poderiam leva-los a se envolver em uma discussão que pode contribuir para a formação dos conceitos chave em classificação periódica.

Através do uso das atividades pretendemos realizar um trabalho de investigação sobre como a classificação periódica foi desenvolvida ao longo dos anos e das pesquisas de vários cientistas até a construção da classificação periódica atual. Também temos como objetivo desenvolver a principal ideia por trás da tabela periódica: de que os elementos estão organizados segundo as suas propriedades químicas. Pretendemos ainda, através do estudo de dados extraídos de fontes confiáveis de valores de algumas propriedades periódicas, deduzir as tendências de variação de algumas propriedades ao longo da tabela.

A abordagem que propomos procura se estabelecer uma investigação das propriedades periódicas na tentativa de se buscar as possíveis tendências de regularidades no comportamento dos elementos químicos.

Nesse sentido, o uso das atividades de caráter investigativo podem contribuir com a formação dos conceitos na medida em que os estudantes são estimulados a discutir os dados fornecidos, buscando tendências ou padrões, ou até mesmo a aparente ausência destes, além de contribuir para uma formação mais próxima do que é o conhecimento científico e como ele se desenvolve.

Azevedo (2004) pontua que as atividades investigativas não precisam necessariamente envolver experimentação. Elas devem partir de um problema, que pode ser proposto pelo professor para a classe e, a partir daí, o grupo deverá construir formas de se responder a essa questão.

²³ Ainda bem que para consulta! Muitos estudantes revelam a preocupação em se decorar todos os elementos da tabela! E muitos professores estimulam essa tarefa! Essa preocupação remonta ao nosso sistema de ensino baseado em memorização excessiva de informações sem a preocupação com a compreensão delas. No caso da tabela, é um trabalho árduo com poucos frutos, afinal, de que adiantaria decorar informações sobre os elementos sem saber consultar a tabela e como extrair dela variadas informações?

A atividade foi formulada a partir de um conjunto de imagens encontradas no site da artista Kaycie D.²⁴ sobre os elementos químicos. Para tanto, foi desenvolvido um baralho com os 63 elementos químicos conhecidos na época de Mendeleiev, e tabelas periódicas para consulta de dados confiáveis sobre características dos elementos, obtidos do handbook e da tabela periódica virtual *ptable*.

Atividade 1: “Baralho Químico” - A organização dos elementos químicos e a tabela periódica

Habilidades trabalhadas segundo o CBC – Currículo Básico Comum da SEE/MG versão readequada segundo a resolução nº 2030, de 25 de Janeiro de 2012. Eixo temático II: Constituição e a Organização dos materiais. Representações para átomos. Representar um elemento químico qualquer a partir de seu símbolo e número atômico.

Detalhamento da habilidade:

- 1. Identificar o símbolo dos principais elementos químicos na Tabela Periódica; relacionar suas propriedades com a sua posição na Tabela.**
- 2. Identificar a massa atômica de um elemento químico na Tabela Periódica.**
- 3. Identificar o número atômico de um elemento químico na Tabela Periódica.**

O que o aluno precisa saber: Propriedades dos materiais, Modelos atômicos, conceito de elemento químico, noções de substâncias simples e compostas.

Sugestão de condução (recomendo duas a três aulas para a realização da atividade e para a discussão)

- 1º Organize os alunos em pequenos grupos (no máximo cinco).
- 2º Distribua os roteiros e os baralhos para que os alunos iniciem os trabalhos. Recomende que eles tentem resolver o problema juntos sem dividir as perguntas entre os integrantes do grupo.
- 3º Estimule os estudantes a levantarem e escreverem suas hipóteses para testá-las.
- 4º Uma vez pronta a proposta de classificação peça aos estudantes que formulem o relato para apresentação na turma.
- 5º após a discussão inicial peça aos estudantes que reorganizem os elementos considerando as fórmulas que aparecem nos cartões. Peça para que eles anotem a nova organização.

Sobre o que o professor pode esperar

Nesta atividade propomos um “experimento” que procura reconstruir o percurso de Mendeleiev na construção da primeira classificação dos elementos químicos.

A atividade se inicia com a leitura do texto que contextualiza o problema que Mendeleiev estava enfrentando ao tentar descobrir um padrão que levaria a organização dos elementos químicos segundo a semelhança das propriedades químicas. Recomendamos que o professor poderia tentar enfatizar com os estudantes qual é o problema que instigou o trabalho de Mendeleiev: a organização dos elementos químicos separados em grupos de elementos que apresentam características químicas semelhantes.

Depois da leitura do texto e da discussão em sala, sugere-se que os alunos sejam divididos em grupos, de no máximo cinco membros para que, com o baralho em mãos, eles possam propor hipóteses de como organizar os elementos químicos. Acreditamos que essa divisão em grupos

²⁴Disponível em <http://kcd-elements.tumblr.com/> último acesso dia 25 de novembro de 2015. A tradução dos textos das cartas e a pesquisa dos dados foram feitos pelo professor autor pesquisador.

e a realização da atividade pergunta por pergunta seja importante porque, como sugere Carvalho (2013) a atividade intelectual de se propor uma classificação requer a discussão entre os alunos com a mediação do professor, na qual se levantam as hipóteses, se realizam os testes e se sistematizam os conceitos.

A principal regra do jogo de “Baralho químico” é não olhar a classificação periódica atual. O professor pode atuar como mediador do jogo dando dicas, sem, contudo, entregar a resposta final.

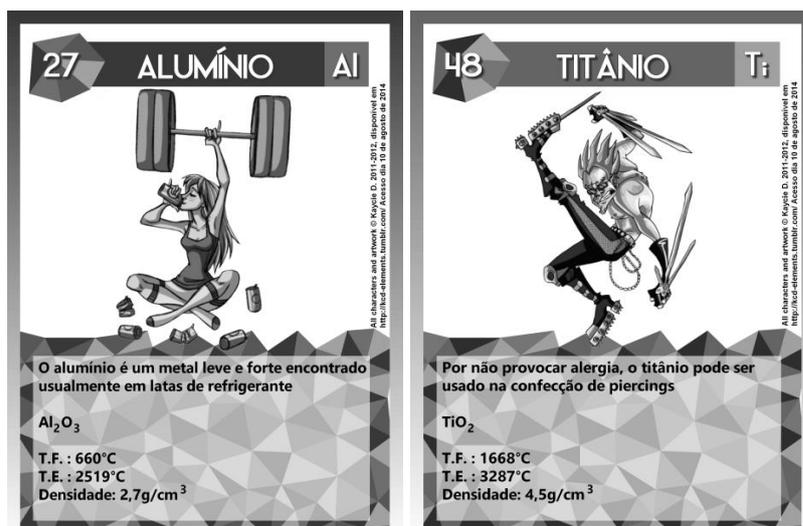


Figura 1: Exemplos de duas cartas do jogo “Baralho Químico”

É muito importante ter em mente que não é o objetivo dessa atividade que os alunos construam a classificação periódica dos elementos, mas que eles compreendam o princípio da classificação dos elementos agrupando-os segundo suas propriedades químicas.

A primeira tentativa de classificação que pode ser observada é a organização os elementos segundo os estados físicos (sólidos, líquidos e gases), ou separados por densidade. Os estudantes também tentarão separar os elementos a partir dos desenhos das cartas e das cores. Assim, acreditamos que o trabalho com as cartas pode proporcionar ao professor uma visão sobre o que os estudantes entendem por propriedades químicas e físicas.

Para conduzir a discussão sugerimos que o professor faça uma tabela utilizando as conclusões dos grupos como o exemplo a seguir:

Sugestão de tabela de classificações dos elementos

Grupo	Características utilizadas	Características não utilizadas / descartadas

Por exemplo, o grupo 1 utilizou as temperaturas de mudanças de estado para ordenar os elementos, não achou importante as densidades ou descartou as fórmulas.

O grande desafio talvez seja o de convencer os estudantes de que essas classificações não resolveriam o problema de Mendeleev porque as propriedades químicas ainda estariam muito diferentes. Não é esperado que os alunos prestem atenção nas fórmulas que estão presentes nas cartas. Depois da discussão inicial, é necessário que o professor faça com que os estudantes observem as fórmulas químicas e as considerem na nova proposta de organização dos elementos. O professor poderia fazer isso através de algumas perguntas que podem ser

colocadas durante as discussões. Por exemplo: o que as fórmulas químicas das substâncias poderiam dizer sobre os elementos? Seria possível agrupar os elementos utilizando essas fórmulas? Convide os estudantes a tentarem organiza-las novamente utilizando essa informação. Talvez seja interessante chamar atenção no texto ao fato de que os cientistas da época já tinham experimentado organizar os elementos segundo as propriedades físicas e não tinham tido sucesso.

Como fechamento, sugerimos que os estudantes façam uma comparação entre a classificação feita por último e a tabela periódica moderna. Sugerimos também a leitura e o debate do texto de fechamento da atividade.

Atividade2: A energia de ionização e as características do átomo

Habilidades trabalhadas segundo o CBC – Currículo Básico Comum da SEE/MG versão readequada segundo a resolução nº 2030, de 25 de Janeiro de 2012.

Eixo temático II: Constituição e a Organização dos materiais. Modelos para o átomo. Compreender o Modelo de Bohr.

Detalhamento da habilidade:

- 1. Caracterizar e representar simbolicamente o modelo atômico de Bohr.**
- 2. Estabelecer comparações entre ele e o modelo de Dalton, Thomson e Rutherford.**
- 3. Distribuir os elétrons de átomos neutros e de íons de acordo com o Modelo de Rutherford-Bohr.**

Representações para átomos. Usar a Tabela Periódica para reconhecer os elementos, seus símbolos e as características de substâncias elementares.

Detalhamento da habilidade:

- 1. Utilizar sistematicamente a Tabela Periódica como organizadora dos conceitos relacionados aos elementos químicos.**
- 2. Utilizar sistematicamente a Tabela Periódica como organizadora dos conceitos relacionados ao grupo em que se encontram os elementos químicos.**
- 3. Utilizar sistematicamente a Tabela Periódica como organizadora dos conceitos relacionados ao período em que se encontram os elementos químicos.**

O que o aluno precisa saber: Noções sobre força elétrica. Se o estudante cursou o 9º do ensino regular é comum que ele tenha noção da distribuição eletrônica por níveis de energia.

Sugestão de condução (recomendo duas a três aulas para a realização da atividade e para a discussão)

1º Organize os alunos em pequenos grupos (no máximo cinco).

2º Distribua os roteiros para que os alunos iniciem os trabalhos. Recomende que eles tentem resolver o problema juntos sem dividir as perguntas entre os integrantes do grupo.

3º Estimule os estudantes a levantarem e escreverem suas hipóteses para testá-las.

4º Circule entre os grupos, faça perguntas sobre os modelos sugeridos tente estimulá-los a pensar sobre os fatores que afetam a atração entre o núcleo e os elétrons.

5º Após a discussão inicial peça aos estudantes que falem sobre as suas conclusões sobre a energia de ionização e a organização dos elétrons nos átomos.

Sobre o que o professor pode esperar

Essa atividade foi formulada a partir de uma atividade de energia de ionização do livro de Mortimer e Machado (2009). Foi uma demanda do professor que queria dar para os estudantes uma algo que possibilitasse evidenciar a existência dos níveis de energia. Pensamos que as sucessivas energias de ionização podem constituir uma grande evidencia da organização dos

elétrons nos níveis de energia. Com efeito, a energia de ionização reflete quanto “trabalho” é necessário para se retirar elétrons do átomo ou ainda o quanto o elétron está ligado ao átomo (Brady, 2009). É com base nessa ideia que a discussão poderia ser conduzida pelo professor quando os estudantes chegarem a questão 02 do roteiro. Minhas pesquisas realizadas durante a aplicação dessa atividade em turmas de primeiro ano do ensino médio em escolas públicas e particulares mostraram que os estudantes têm muita dificuldade em definir quais são os fatores que afetam a atração entre núcleo e elétrons. Foi necessário que o professor fizesse diversas intervenções na discussão para que os estudantes pudessem estabelecer a relação. Assim, recomendamos que a intervenção possa ser feita através de perguntas que levem os estudantes a refletirem sobre os fatores que afetam na atração entre as cargas elétricas. Por exemplo, tente fazer analogias duas cargas muito próximas e muito distantes, como é a atração? Suponha uma carga positiva atraindo uma carga negativa. A força da atração é a mesma que dez cargas positivas atraindo dez cargas negativas?

Tente acompanhar os estudantes durante a análise de uma das tabelas e/ou de um dos gráficos. Faça perguntas sobre o comportamento dos valores. Eles diminuem, não variam ou crescem? Por quê?

Ao final da atividade tente debater com os estudantes sobre a questão 5. Tente explicitar para os alunos que o padrão da distribuição por níveis de energia está implícito na leitura dos gráficos e das tabelas com os valores das energias de ionização. A discussão do texto de fechamento da atividade pode auxiliá-lo nas discussões.

Atividade3:As propriedades periódicas: trabalhando com banco de dados.

Eixo temático II: Constituição e a Organização dos materiais. Representações para átomos. Usar a Tabela Periódica para reconhecer os elementos, seus símbolos e as características de substâncias elementares.

Detalhamento da habilidade:

- 1. Utilizar sistematicamente a Tabela Periódica como organizadora dos conceitos relacionados aos elementos químicos.**
- 2. Utilizar sistematicamente a Tabela Periódica como organizadora dos conceitos relacionados ao grupo em que se encontram os elementos químicos.**
- 3. Utilizar sistematicamente a Tabela Periódica como organizadora dos conceitos relacionados ao período em que se encontram os elementos químicos.**
- 4. Utilizar sistematicamente a Tabela Periódica como organizadora dos conceitos relacionados a algumas propriedades físicas das substâncias elementares que formam e às fórmulas dessas substâncias.**

O que o aluno precisa saber: Noções sobre força elétrica. Se o estudante cursou o 9º do ensino regular é comum que ele tenha noção da distribuição eletrônica por níveis de energia.

Sugestão de condução (recomendo quatro aulas para a realização da atividade e para a discussão)

1º Realize a análise do raio atômico com os estudantes. Motive-os a apresentarem hipóteses sobre quais fatores poderiam afetar o tamanho dos átomos. Ajude-os a fazer as análises dos valores dos raios atômicos.

2º Organize os alunos em pequenos grupos (no máximo cinco).

3º Distribua os roteiros e as tabelas com os valores das propriedades periódicas para que os alunos iniciem os trabalhos. Recomende que eles tentem resolver o problema juntos sem dividir as perguntas entre os integrantes do grupo.

4º Estimule os estudantes a levantarem e escreverem suas hipóteses para testá-las.

5° Circule entre os grupos, faça perguntas sobre os comportamentos observados tente estimulá-los a observar a tendência de variação dos valores dos dados na tabela. Acompanhe-os durante as análises esclarecendo as dúvidas. Procure valorizar o esforço dos estudantes.

6° Após a discussão inicial peça aos estudantes para relatarem sobre as suas conclusões para a turma.

Sobre o que o professor pode esperar

A proposta de trabalho é fazer uma análise das propriedades raios atômicos, energias de ionização, afinidade eletrônica e eletronegatividade, utilizando fontes confiáveis de consulta. Recomenda-se que os estudantes façam essa análise em grupos de, no máximo cinco membros, para estimular a discussão dos dados! O tempo previsto para a realização da atividade, com a discussão dos dados produzidos é de 3 a 4 aulas. (2 para a discussão em grupo e 2 para a discussão em sala).

Note que os estudantes não precisam responder às questões. Sugere-se aqui a que eles anotem as tendências, por exemplo, notamos que os valores de raios crescem na família dos metais alcalinos a medida que o nº atômico aumenta. O mesmo é observado para o grupo 2 da tabela, com base nessas observações eles possam fazer a síntese das informações.

Antes de iniciar os trabalhos, recomenda-se que os alunos façam uma leitura prévia do capítulo do livro didático, anotando as definições das quatro propriedades (os textos trazem essas definições, muitas vezes, em destaque) e as dúvidas de leitura.

A primeira questão visa levantar hipóteses sobre como o raio atômico é afetado. Estimule os estudantes a colocarem seus pontos de vista. Não há necessidade de acerto na primeira tentativa. O importante é que haja a discussão do conceito. Procure não dar a resposta de cara, mas, faça uma análise com os estudantes. Procure as evidências e tente levá-los a refletir sobre os valores.

As questões de 02 até 04 visam fazer uma análise dos valores dos raios atômicos ao longo das famílias. Não foram encontrados valores para o raio atômico para elementos do 7° período. Essa dúvida pode aparecer ao longo da análise. Assim o professor deve ressaltar que esses elementos não apresentam valores oficiais de raios devido a sua radioatividade, mas que espera-se que, teoricamente, eles sigam a tendência geral observada no restante da tabela. Sugerimos que o professor faça uma leitura dos valores dos raios atômicos ao longo de uma família e a partir daí faça uma pergunta: por exemplo, e então? Como os valores de raios atômicos se comportaram para esse grupo? Depois faça esse mesmo procedimento com outra coluna. Talvez uma terceira coluna. E então tente generalizar respondendo à questão 05, tem por objetivo iniciar a discussão sobre porque os valores de raios atômicos tendem a aumentar ao longo de uma família.

As questões de 06 até 08 tem como objetivo analisar o raio atômico em função da posição dos elementos ao longo de um período. Sugerimos que se faça o mesmo processo que foi feito com a variação do raio atômico ao longo de uma família! Da mesma forma que foi pedido na questão 05, a questão 08 visa generalizar a influência do nº de prótons de um átomo sobre o raio atômico.

Na hora de se fazer a discussão geral, é importante que a definição de raio atômico seja lida e discutida com os estudantes. O seu significado é importante para se entender a variação da propriedade.

Sugerimos que o professor termine a apresentação do raio atômico traçando as linhas de tendência aproximada do crescimento dos valores dos raios atômicos ao longo da tabela (figura 2).

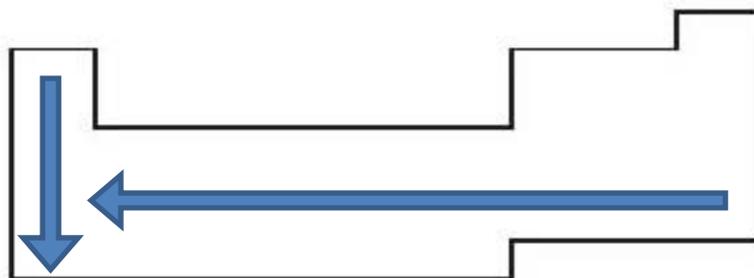


Figura 1: Tendência aproximada da variação dos valores de raios atômicos ao longo da tabela periódica.

As demais questões da atividade seguem o mesmo tipo de metodologia de busca de evidências para se identificar as tendências de variação dos valores das propriedades periódicas a partir dos dados.

Consideramos que a questão mais problemática é a análise das afinidades eletrônicas que não apresentam uma regularidade aparente, quando se verifica os valores que constam do anexo 3 dessa atividade. Nesse caso, o gráfico pode nos dar uma visão sobre a periodicidade aproximada da tabela periódica! Recomenda-se nesse caso que se valorize a fala dos estudantes se eles não conseguirem encontrar nenhum padrão!

Para ajudar demonstre que a tendência é aproximada e procure, também, chamar a atenção para alguns valores notáveis no gráfico, a saber:

- As elevadas afinidades eletrônicas dos halogênios.
- Das baixas afinidades eletrônicas dos metais, em particular, dos metais alcalinos e alcalinos terrosos.
- Das afinidades nulas dos gases nobres.

Este último fato ajuda a sustentar a baixa reatividade dos gases nobre (altas energias de ionização e afinidades eletrônicas nulas). E Também pode fornecer subsídios para discutir porque os metais formam preferencialmente cargas positivas e os não metais cargas negativas. Caso seja necessário, existe um texto com conhecimentos mais aprofundados sobre as propriedades periódicas no anexo 1 da assessoria pedagógica.

Referências

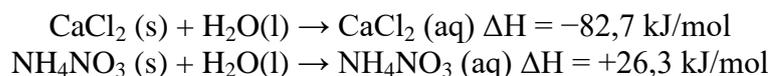
- Atkins, P. e Jones, L. Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Porto Alegre, Bookman, p. 145 – 153. 2006.
- Brady, J. E. e Senese, F. Química: a matéria e suas transformações. Rio de Janeiro, LCT, p. 290 – 299. 2009.
- Filho, J. M. M. e Faria, R.B.; 120 anos da classificação periódica dos elementos químicos, QUÍMICA NOVA, 13(1) (1990).
- Kean, S. A colher que desaparece e outras histórias reais de loucura, amor e morte a partir dos elementos químicos. Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editora. p. 49 – 63.2001.
- Mortimer, E. F. e Machado A. H. Química, volume 1, São Paulo, Scipione, p. 170 – 192.2010.
- Strahern, P. O sonho de Mendeleiev: a verdadeira história da química, Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editora. p. 9-14.2002.
- Tolentino, M.; Rocha-filho, R. C.; e Chagas, A. P.; Alguns aspectos históricos da classificação periódica dos elementos químicos, QUÍMICA NOVA, 20(1) (1997).

Atividade 4 A simulação do funcionamento de uma bolsa térmica terapêutica

Introdução

Essa atividade foi desenvolvida como uma sugestão de investigação de um grupo de alunos do 2º ano do ensino médio. Desenvolveu-se um estudo sobre a bolsa térmica terapêutica, muito utilizada como compressa de emergência no caso de contusões que acontecem durante a prática esportiva. Nesse trabalho discutiram-se quais seriam os melhores materiais para se construir uma bolsa térmica que se aquece ou resfria sozinha.

Uma importante aplicação dos calores de dissolução são as compressas de emergência, usadas como primeiro-socorro em contusões sofridas, por exemplo, durante práticas esportivas. Exemplos de substâncias que podem ser utilizadas são $\text{CaCl}_2(\text{s})$ e $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$, cuja dissolução em água é representada, respectivamente, pelas equações termoquímicas²⁵:



A questão central do trabalho é compreender o funcionamento da bolsa térmica. Como é possível que ela mude de temperatura aparentemente sozinha? Se for possível reproduzi-la em laboratório, quais seriam os materiais mais indicados?

Habilidades trabalhadas segundo o CBC – Currículo Básico Comum da SEE/MG versão readequada segundo a resolução nº 2030, de 25 de Janeiro de 2012. Eixo III. ENERGIA: A Energia Envolvida nas Transformações dos Materiais.

Habilidades	Detalhamento das habilidades
Compreender aspectos relacionados à energia envolvida na dissolução de substâncias.	<ol style="list-style-type: none">1. Compreender que a dissolução de substâncias envolve variação de energia.2. Identificar as variações de energia nas representações de processos de dissolução e nas mudanças de fase.
Compreender que há calor envolvido nas transformações de estado físico e transformações químicas	<ol style="list-style-type: none">1. Saber que nas transformações químicas a energia térmica do sistema inicial pode ser diferente da energia do sistema do final.
Identificar transformações endotérmicas e exotérmicas.	<ol style="list-style-type: none">2. Reconhecer, por meio de experimentos simples, quando há produção ou consumo de calor em uma transformação química.3. Saber diferenciar processo endotérmico de exotérmico.
Saber que para cada TQ existe um valor de energia associado.	<ol style="list-style-type: none">1. Reconhecer que toda transformação química ocorre com consumo ou com produção de energia.2. Reconhecer que em toda transformação química ocorre absorção e produção de energia por causa do rearranjo dos átomos.3. Distinguir transformações transformação química e exotérmica pela quantidade de calor gerada ou absorvida ao final do processo

²⁵ Adaptado do enunciado de uma questão de química do vestibular 2006 da PUC do Rio Grande do Sul.

O trabalho com a bolsa pode também envolver conhecimentos de física, de biologia e de Educação física, a saber:

Conhecimentos de física

- **Trabalho e calor:** Aplicar o conceito de energia e suas propriedades para compreender situações envolvendo aquecimento de um corpo por meio de trabalho. Compreender que a energia interna de um corpo está associada à energia de movimento aleatório das partículas do corpo e à organização/estrutura dessas partículas. Saber que a temperatura de um corpo é uma grandeza que está associada à sua energia interna.

Conhecimentos de Biologia

- **Interferência humana nos ciclos dos materiais:** Analisar a interferência humana no ciclo dos materiais, tais como gás carbônico, nitrogênio e oxigênio, provocando a degradação dos ambientes. Traçar o circuito de determinados elementos químicos como o carbono, o oxigênio e o nitrogênio, colocando em evidência o deslocamento desses elementos entre o mundo inorgânico (solo, água, ar) e o mundo orgânico (tecidos, fluidos e estruturas animais e vegetais). Analisar em situações-problemas a interferência do ser humano nos ciclos dos materiais.

Conhecimentos de Educação Física

- **A Ginástica como promotora de saúde, lazer e qualidade de vida** Compreender as causas da dor e da fadiga muscular no organismo durante e depois da prática da ginástica.

O que o aluno precisa saber: Propriedades dos materiais, noções básicas de solubilidade e de laboratório.

O que o professor pode esperar

Sugiro aqui uma discussão sobre as características desejáveis para a construção da bolsa térmica. É desejável estimular os estudantes a levantar as hipóteses e discuti-las pra tentar chegar a um consenso: quais os melhores materiais? Quais os ingredientes? Como deve ser feita a montagem?

No caso da bolsa de cloreto de cálcio o grupo de trabalho que realizou os experimentos dissolveu várias massas de cloreto de cálcio em água à temperatura de 20°C, dentro de um calorímetro cuja capacidade térmica fora determinada pela turma na aula de física. A temperatura da mistura foi monitorada até que o sistema entrasse em equilíbrio térmico.

Os dados produzidos encontram-se na tabela a seguir:

Tabela 1: medidas das massas de cloreto de cálcio diidratado dissolvidos em água inicialmente a 20°C e as temperaturas finais de dissolução.

Massa de cloreto de cálcio (g)	Volume de água (mL)	Temperatura final observada (°C)
74	100	36,5
50	250	25
180	250	54
186,25	250	53

Caso a escola não disponha de um calorímetro, é possível, utilizar um béquer enrolado em um jornal, ou protegido em um recipiente de isopor. Outra sugestão de abordagem seria cada grupo ficar responsável pela medida de uma das massas de cloreto de cálcio a ser dissolvido em água. Por exemplo, o grupo 1 trabalhará com 74g de sal dissolvendo-se em 100mL de água, o grupo 2 com 50g em 100mL e assim por diante. Também podem ser testadas outras massas de sal dissolvendo-se em água. Tal abordagem pode otimizar o tempo de realização da atividade.

A dissolução do cloreto de cálcio em água ocorre com liberação de energia térmica para as vizinhanças, sendo, portanto caracterizado como um processo exotérmico.

Utilizando-se o acetato de sódio triidratado para a simulação da bolsa térmica, os estudantes que participaram da pesquisa desenvolvida por mim encontraram os valores colocados na tabela a seguir.

Tabela 2: medidas das massas de acetato de sódio dissolvidas em água inicialmente a 25,3°C e as temperaturas finais de dissolução.

Massa de acetato de sódio (g)	Volume de água (mL)	Temperatura final observada (°C)
1,34	100	25,6
2,69	100	24,7
4,03	100	23,8
8,08	100	23,4
13,60	100	18,0
27,2	100	15,5
175,58	100	9,9

Como foi feito nas medidas com cloreto de cálcio, podemos adotar o mesmo procedimento de divisão das medidas entre os grupos.

A dissolução do acetato de sódio em água é um processo endotérmico. Assim, durante o processo ocorre a absorção de energia térmica das vizinhanças acarretando o abaixamento da temperatura observado no início do processo.

Através dos dados produzidos pelo grupo percebe-se a dependência da temperatura final, e, portanto a dependência do ΔH do processo em relação às massas de água e dos sais adicionados à água. Para o acetato de sódio a temperatura média da dissolução foi de 9,9°C.

Construção da bolsa térmica

A massa de acetato de sódio a ser dissolvida é muito maior que a sua solubilidade em água nesta temperatura, formando-se uma solução saturada com corpo de fundo. Com o aquecimento, o acetato de sódio se dissolve totalmente.

Ao resfriar a solução lentamente forma-se um sistema metaestável, uma solução supersaturada de acetato de sódio. Com uma perturbação no sistema, o excesso de acetato de sódio precipita liberando energia térmica aquecendo a bolsa.

A vantagem de se utilizar o acetato de sódio está no fato de que, quando a bolsa se resfria, é possível aquecê-la, dissolvendo novamente o excesso do sal. Assim, a bolsa estará pronta para um novo uso.

A última fase do projeto os alunos poderiam fazer uma apresentação dos resultados da pesquisa para a comunidade escolar durante algum evento da escola, como uma feira de ciências. Nesse evento os pais, alunos e professores terão a oportunidade de tomar conhecimento do trabalho de simulação da bolsa e os impactos da pesquisa no processo ensino aprendizagem dos envolvidos.

Referências

- acetato de sódio: disponível em http://pt.wikipedia.org/wiki/Acetato_de_s%C3%B3dio acesso dia 11 de julho de 2013.
- Cloreto de cálcio: disponível em http://pt.wikipedia.org/wiki/Cloreto_de_c%C3%A1lcio acesso dia 09 de julho de 2013.
- Gelo ou bolsa de água quente. Disponível em <http://www.race.com.br/pagina.asp?cod=2040> acesso dia 11 de julho de 2013.
- Giordan, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. Química Nova na Escola, n.º 10, p. 43-49, 1999.
- Gil-Perez, D, Praia, J, e Cachapuz, A.; A Hipótese e a Experiência Científica em Educação em Ciência: Contributos para uma Reorientação Epistemológica Ciência & Educação, v. 8, n.2, p. 253-262, 2002.
- Junior, W. E. F.; Ferreira, L.H. e Hartwing, D. R.; Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de ciências. Química Nova na Escola, n.º 30, p. 34-41, 2008.
- Lima, M.E.C.C.; David, M.A. e Magalhães, W. F.; Ensinar ciências por investigação: um desafio para os formadores. Química Nova na Escola, n.º 29, p. 24-29, 2008.
- Medeiros, T. Compressa quente ou fria: em que situação usar cada uma? Disponível em <http://drauziovarella.com.br/noticias/compressa-quente-ou-fria-em-que-situacao-cada-uma-deve-ser-utilizada/> acesso 10 de julho de 2014
- Morin, E.; A cabeça bem feita: repensar a reforma, reformar o pensamento. Bertrand Brasil, 15º edição Rio de Janeiro, 128p. 2008.

Atividade 5 - Produção de sabões

Introdução

A imprensa noticiou em 2013 que um iceberg de gordura com cerca de 15 toneladas foi encontrado nas tubulações de esgoto do subúrbio de Londres. Esse “fatberg” foi resultado do descarte inadequado de gorduras e óleo usados em frituras. Depois de utilizada, esse material é comumente jogado no ralo e vai parar nos esgotos, entupindo as tubulações e poluindo as águas. Alguns estudos sugerem que um litro de óleo pode contaminar até 1 milhão de litros de água.

O material que deu origem ao “fatberg” poderia ser reaproveitado se o óleo utilizado nas cozinhas tivesse um descarte adequado. Mas, em várias cidades do Brasil, já existe uma iniciativa de se reutilizar²⁶ óleo de fritura de forma inteligente. Serviços de coleta especializados recolhem o óleo de cozinha, que é aproveitado para diversas finalidades, como a produção de biodiesel, sabão e ração animal, gerando renda e reduzindo os impactos ambientais, constituindo assim uma boa oportunidade de negócio. Só para citar um exemplo, a comunidade onde vivo promove a venda de pasteis e outros salgados para sustento das obras da Igreja. O óleo de fritura é recolhido e utilizado na fabricação de sabão que gera mais renda para a comunidade.

Esse trabalho tem por objeto levar os estudantes e o professor a refletirem sobre a importância da preservação ambiental que pode ser feita em casa, com iniciativas simples e bem criativas.

Habilidades trabalhadas segundo o CBC – Currículo Básico Comum da SEE/MG versão readequada segundo a resolução nº 2030, de 25 de Janeiro de 2012. Eixo IX. Substâncias Orgânicas Materiais: Principais grupos de substâncias orgânicas.

Detalhamento das habilidades

Reconhecer as substâncias que apresentam as principais funções orgânicas e algumas de suas características.	<ol style="list-style-type: none">1. Identificar o grupo funcional das substâncias orgânicas mais comuns (hidrocarbonetos, álcoois, fenóis, cetonas, aldeídos, éter, ésteres, ácidos carboxílicos, amidas e aminas).2. Relacionar as propriedades físicas de diferentes substâncias orgânicas ao modelo de interações intermoleculares.
Reconhecer sabões e detergentes mais comuns.	<ol style="list-style-type: none">1. Identificar as fórmulas estruturais de sabões e detergentes mais comuns.2. Relacionar a ação de sabões com as propriedades dos grupos funcionais presentes em suas estruturas, considerando as interações intermoleculares.

Também pode ser tratado com os estudantes assuntos como cinética química, pH, hidrólise salina, solubilidade e cálculos estequiométricos.

O que o aluno precisa saber: Propriedades dos materiais, substâncias orgânicas, reações orgânicas básicas, como por exemplo, a reação de neutralização ácido base.

²⁶<http://www.mundosustentavel.com.br/2006/12/reuso-do-oleo-de-fritura/> acessado dia 18/02/2015.

Sugestão de condução (recomendo quatro a seis aulas para a realização da atividade e para a discussão)

1º Recomende os estudantes a pesquisarem em casa individualmente receitas para produção de sabão.

2º Organize os alunos em pequenos grupos (no máximo cinco).

3º Distribua os roteiros. Recomende que eles tentem resolver o problema juntos sem dividir as perguntas entre os integrantes do grupo. Seria interessante se o trabalho fosse desenvolvido na sala de informática, onde os alunos tem acesso à internet para fazer as pesquisas. Se isso não for possível sugiro a utilização do celular. Pode-se utilizar também a biblioteca da escola.

4º Estimule os estudantes a levantarem e escreverem suas hipóteses.

5º Uma vez pronta a pesquisa, reúna os estudantes em um círculo, onde todos possam se ver e faça a discussão os resultados das pesquisas. Incentive os alunos a observarem e anotarem as semelhanças e as diferenças entre as receitas. Recomendo a utilização de um grupo de verbalização / grupo de observação para o debate. As recomendações para o uso da técnica estão no anexo2.

6º Peça as estudantes que proponham uma explicação para os procedimentos utilizados na produção do sabão.

7º peça aos estudantes para refletirem sobre os impactos ambientais, sociais e econômicos da reciclagem do óleo.

Sobre o que o professor pode esperar – discussão das ideias

Os estudantes vão trazer para a sala de aula diversas receitas, algumas pesquisadas na internet, outras retiradas de livros de receitas caseiras organizadas pelas avós. Assim sendo o professor poderá observar uma gama muito grande de procedimentos para a produção dos sabões. Não existe uma receita correta: existem receitas. A discussão em grupo servirá para os estudantes compararem as formas de se fazer o sabão e procurarem as regularidades e as diferenças.

Com relação a regularidades, apareceu nas receitas o uso do hidróxido de sódio, ou soda cáustica, da gordura ou óleo de cozinha usado e do álcool, todos em quantidades que variavam de receita para receita. Algumas recomendam a colocação de um aromatizante, outras de um conservante ou amaciante. Algumas receitas mais antigas recomendam a utilização de cinzas de fogão de lenha no lugar da soda cáustica. Recomendo a exibição do vídeo *Ciência na roça: sabão artesanal de cinza*²⁷ para enriquecer a discussão sobre as formas de se fabricar de sabão caseiro. É importante que o professor esteja instrumentalizado para conduzir a discussão sobre a aplicação de cada um dos ingredientes como será discutido a seguir.

Hidróxido de sódio (soda cáustica): É necessário cuidado na manipulação do hidróxido de sódio por se tratar de um material muito corrosivo podendo causar queimaduras bem como prejudicar o meio ambiente se descartada de maneira inadequada. Para a manipulação da soda caustica é essencial o uso de luvas, avental ou jaleco e óculos de proteção.

O hidróxido de sódio reage com os ácidos graxos presentes na gordura ou no óleo, se transformando no sabão. Podemos entender genericamente essa reação química através da seguinte representação:

²⁷Disponível em <http://www.pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/sabao-artesanal-de-cinza/449>, acesso dia 12 de julho de 2015.

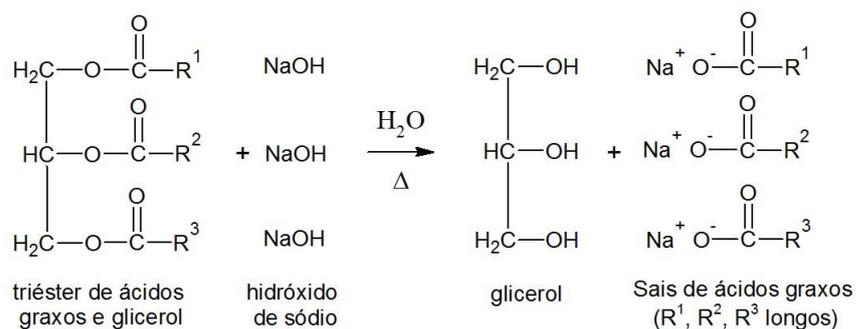
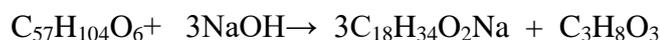


Figura 1: reação de esterificação. Imagem obtida no sitio google <http://www.google.com.br>

No caso da receita de sabão que utiliza as cinzas de fogão à lenha, os sais de potássio é que promovem a reação de saponificação.

Umm problema que pode surgir é decidir qual é a melhor proporção entre a soda cáustica e o óleo para promover a reação de saponificação. Uma das receitas exige que se utilize 1L de óleo para cada 135g de NaOH.

Através do cálculo estequiométrico pode-se ter uma noção dessas quantidades. Consideraremos que o óleo seja constituído por trioleato de glicerina (fórmula C₅₇H₁₀₄O₆, massa molar de 881g/mol) e que a densidade desse óleo seja 0,895 g/mL. Dessa forma pode-se constatar que 1L de óleo corresponde uma massa de 895g. A reação de hidrólise alcalina do óleo pela soda caustica pode ser representada pela seguinte equação química:



Assim temos que 1 mol de moléculas de triglicéride reagem com 3 mols de hidróxido de sódio. Considerando a massa molar do hidróxido de sódio igual a 40g/mol, temos:

Se 881g de triglicerídeo reagiriam com 3x40g de NaOH.

895g de triglicerídeo reagiriam com X

Donde X = 121,91g de NaOH

Um valor bastante próximo ao recomendado nessa receita. Vale a pena lembrar aos estudantes que a soda cáustica está com um pequeno excesso. E que isso pode afetar na forma que a reação ocorre e na qualidade do sabão produzido. Também seria interessante aqui introduzir alguns conhecimentos de cinética química. Por que utilizar água quente no lugar de água fria? Por que utilizar soda cáustica dissolvida em água ao invés de adiciona-la diretamente sobre o óleo? Porque é preferível utilizar a soda caustica no lugar das cinzas de fogão a lenha ou ainda por que o preparo do sabão com cinzas é mais demorado que com soda cáustica?

O processo de limpeza que o sabão promove consiste na interação da parte apolar da molécula de sabão (cadeia carbônica) com a sujeira e da parte iônica da molécula do sabão com as moléculas de água conforme o ilustrado a seguir:

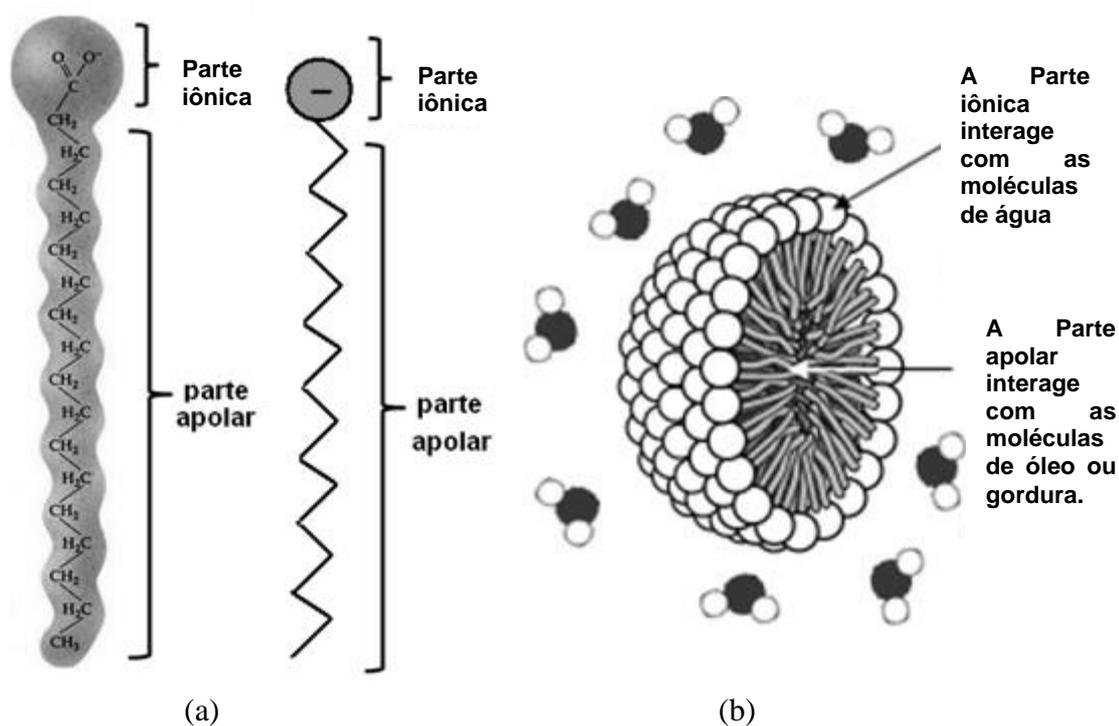


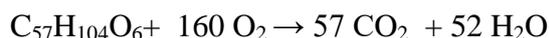
Figura 2: (a) representação de uma molécula que constitui o sabão. (b) representação da micela formada quando o sabão se dissolve em água e interage com a sujeira e com a água. Imagens obtidas no sítio Google <http://www.google.com.br>

O álcool serve para solubilizar melhor o óleo ou gordura em água. Seria interessante tratar com os estudantes a respeito do problema da solubilidade das substâncias em função das interações intermoleculares nesse ponto.

Outro aspecto interessante de se explorar é a questão da capacidade poluidora do óleo nos cursos d'água. Existem informações muito controversas sobre quantos litros de água um litro de óleo pode poluir. Por exemplo, a Sabesp informa em seu site que Um litro de óleo pode poluir mais de 20 mil litros de água. Outras fontes da internet informam que o volume de água poluída pode chegar a um milhão de litros de água. Creio que seria interessante reunir as referências sobre o assunto e tentar confrontar o problema com os estudantes. Qual seria a fonte mais confiável? Como poderíamos discernir entre essas fontes de informação?

Uma forma interessante de estimar o valor de água poluída por óleo realizar um cálculo estequiométrico envolvendo uma molécula do trioleato de glicerina (fórmula $C_{57}H_{104}O_6$, massa molar de 881g/mol) e a demanda bioquímica do oxigênio na água poluída por esgoto doméstico que é de 100 mg/L²⁸.

Supondo a oxidação total do triglicéride, temos



Assim temos que 1 mol de moléculas de triglicéride reagiriam com 160 mols de moléculas de oxigênio. Logo:

Se 881g de triglicéride reagiriam com 160x32g de oxigênio.
895g de triglicéride reagiriam com X

²⁸ Como indicado por Fiorucci e Filho (2005)

Donde $X = 5201,36\text{g}$ de oxigênio

A partir da demanda bioquímica do oxigênio em água teríamos:

Se $100 \times 10^{-3}\text{ g}$ de oxigênio são consumidos em 1L de água

$5201,36\text{g}$ de oxigênio são consumidos em X

Donde $X = 52013,6\text{L}$ de água.

Ou seja, relativamente próximo ao dado pela referência da Sabesp. Devemos considerar, no entanto, que se trata de uma aproximação. Nesse caso seria importante se discutir sobre a solubilidade do óleo em água. Sobre o que aconteceria com o óleo quando ele é descartado no ralo da cozinha ou em um curso d'água. Que a degradação do óleo não é completa. E abrir margem para a discussão sobre a produção artesanal dos sabões como uma alternativa viável para o reaproveitamento do óleo usado sem degradar o meio ambiente.

Referências

Fiorucci, A. R. e Filho, E. B. A importância do oxigênio dissolvido em sistemas aquáticos, Química Nova na Escola. n° 22, novembro 2005, p. 10-6.

Reciclagem de óleo de cozinha produz até biodiesel, disponível em <http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=4&proj=AgenciaNoticias&pub=T&db=&docid=9CABA5D588A7435B832575150068C0B2> acessado em 20 de outubro de 2014.

Anexo I. Propriedades periódicas: discussão teórica

Caro Professor! O texto a seguir pode ajuda-lo a aprofundar sobre os conceitos de propriedades periódicas. Não há necessidade de trabalhá-lo com os estudantes!

Raio atômico

O raio atômico (Atkins e Jones, 2006) ou tamanho do átomo (Brady e Senese, 2009) não é uma grandeza facilmente medida devido a característica ondulatória dos elétrons. Assim define-se raio atômico como sendo a metade da distância entre dois núcleos de átomos vizinhos. Se o composto é um metal, essa distância é entendida entre núcleos do sólido. Se for um não metal, como a distância entre os núcleos em uma ligação covalente (raio covalente), se for um gás nobre, o raio é entendido como sendo metade da distância entre dois átomos em uma amostra do material sólido.

Uma análise na tabela mostra que os valores de raios atômicos aumentam ao longo das famílias com o aumento do número atômico. Considere os valores de carga nuclear efetiva que atuam sobre os elétrons de valência para alguns elementos dos grupos 1 e 17 da tabela periódica.

Tabela 1 - Valores das cargas nucleares efetivas para os elementos químicos dos grupos 1 e 17 da tabela periódica.

Elemento	Li	Na	K	Rb	Cs	F	Cl	Br	I	At
Carga nuclear	3	11	19	37	55	9	17	35	53	85
Carga nuclear efetiva	1,3	2,2	2,2	2,2	2,2	5,2	6,1	7,6	7,6	7,6

Ao longo de uma família os valores da carga nuclear efetiva são aproximadamente constantes. Assim o raio atômico fica dependente do número quântico principal que pode ser entendido como o número de níveis de energia que um átomo apresenta. A medida que se observa os elementos das famílias, com o aumento do número atômico, ocorre o aumento do número de níveis de energia ocupados pelos elétrons. Assim ocorre aumento do raio atômico. Logo um átomo que está localizado no 4º período tem 4 níveis de energia e é maior que um átomo localizado no 3º período, que tem 3 níveis de energia.

Ao longo de um período ocorre a diminuição do raio atômico dos elementos. Note que em um período o número de níveis de energia ocupado para cada um dos átomos é o mesmo. Assim, o tamanho do átomo fica dependente da carga nuclear efetiva que atua sobre o elétron mais externo. Verifique a tabela abaixo onde estão relacionadas às cargas nucleares efetivas para os elétrons de valência para os átomos do 2º e do 3º períodos da tabela periódica.

Tabela 2 - Valores das cargas nucleares efetivas para os elementos químicos do segundo e do terceiro períodos da tabela periódica.

Elemento	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Carga nuclear	3	4	5	6	7	8	9	10
Carga nuclear efetiva	1,30	1,95	2,60	3,25	3,90	4,55	5,20	5,85
Elemento	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
Carga nuclear	11	12	13	14	15	16	17	18
Carga nuclear efetiva	2,20	2,85	3,50	4,15	4,80	5,45	6,1	6,75

Com o aumento do número de prótons ocorre um aumento da carga nuclear efetiva, portanto ocorre um aumento do poder de atração do núcleo sobre os elétrons mais externos. Isso faz com que o raio atômico diminua.

Outro ponto interessante sugere que a carga nuclear expressa o poder de atração dos átomos sobre os elétrons de valência. Percebe-se um crescimento desse poder de atração em direção aos gases nobres. Isso nos daria uma pista interessante sobre a estabilidade desses elementos químicos. Exploraremos mais desse aspecto nas próximas propriedades.

Outra forma de se analisar a tendência é através de um gráfico como o mostrado a seguir:

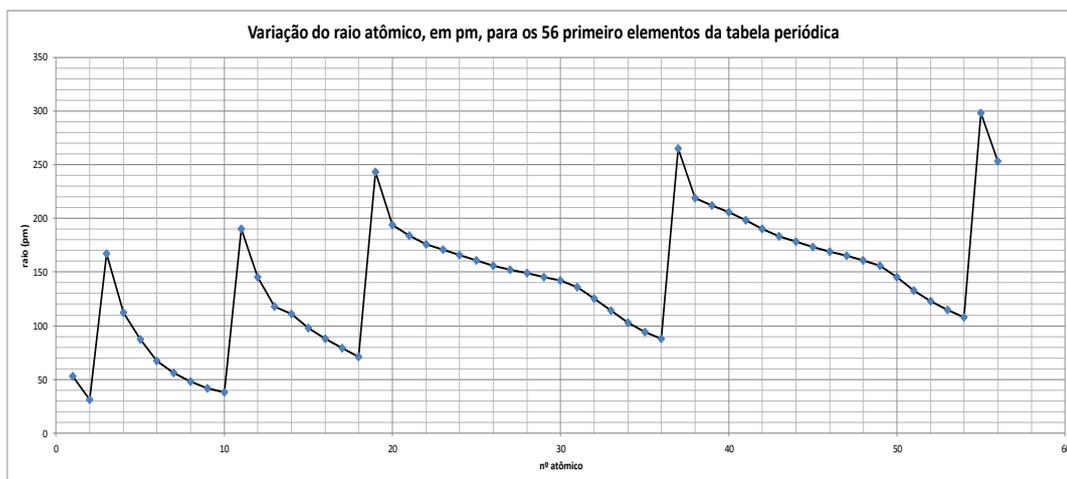


Figura 1: Variação do raio atômico, em pm, para os 56 primeiros elementos químicos da tabela periódica.



Figura 2: Tendência observada para o aumento do raio atômico

1ª Energia de ionização

A energia, ou potencial, de ionização (EI) é a energia necessária para se remover um elétron de um átomo isolado no estado gasoso. Com efeito, a energia de ionização reflete quanto “trabalho” é necessário para se retirar elétrons do átomo ou ainda o quanto o elétron está ligado ao átomo (Brady e Senese, 2009).

Outra possibilidade de tratamento surge quando se aborda as grandes energias de ionização dos átomos dos gases nobres! Esse é um dos motivos da grande estabilidade/inércia química! O fato de que se exigem energias muito altas para se arrancar elétrons dos gases nobres devido ao grande poder de atração núcleo elétrons. São as maiores cargas nucleares efetivas

em cada um dos períodos como se pode ver no quadro comparativo dos metais alcalinos (menores EI's) e gases nobres (maiores EI's) a seguir:

Tabela 3 - Valores das cargas nucleares efetivas para os elementos químicos dos grupos 1 e 18 da tabela periódica em função da energia de ionização, em kJ/mol.

Elemento	Li	Ne	Na	Ar	K	Kr	Rb	Xe
Carga nuclear	3	10	11	18	19	36	37	54
Carga nuclear efetiva	1,30	5,85	2,20	6,75	2,20	8,25	2,20	8,25
Energia de ionização (KJ/mol)	520,2	2080,7	495,8	1520,6	418,8	1350,8	403,0	1170,4

O gráfico a seguir pode ser útil na visualização da tendência da energia de ionização na tabela periódica.

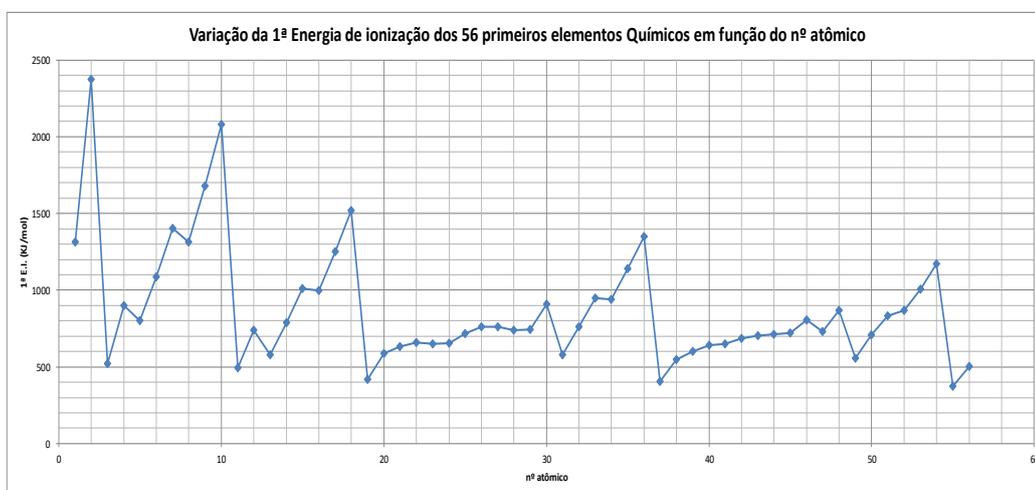


Figura 3: variação da primeira energia de ionização, em KJ/mol, para os 56 primeiros elementos químicos.



Figura 4: Tendência observada para o aumento da 1ª energia de ionização

O tratamento gráfico das afinidades eletrônicas pode favorecer a visão sobre a periodicidade aproximada da tabela periódica.

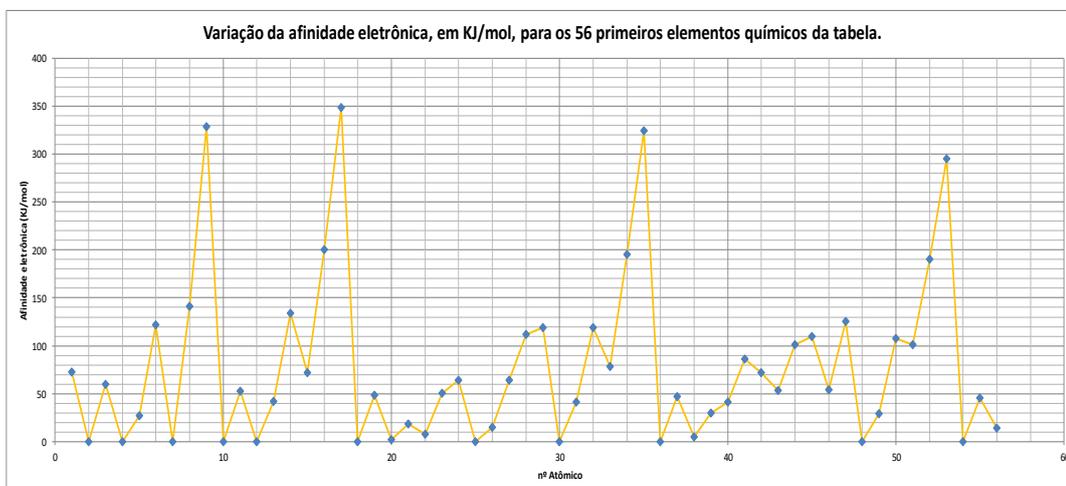


Figura 5: variação da afinidade eletrônica para os 56 primeiros elementos químicos da tabela.

Alguns valores notáveis no gráfico são:

- As elevadas afinidades eletrônicas dos halogênios.
- Das baixas afinidades eletrônicas dos metais, em particular, dos metais alcalinos e alcalinos terrosos.
- Das afinidades nulas dos gases nobres.

Este último fato ajuda a sustentar a baixa reatividade dos gases nobre (altas EI e Afinidades eletrônicas nulas). E Também dá subsídios para discutir porque os metais formam preferencialmente cargas positivas e os não metais cargas negativas.



Figura 6: Tendência aproximada observada para o aumento da 1ª afinidade eletrônica.

No caso da eletronegatividade observa-se um comportamento mais regular, parecido com a 1ª EI. Chama-nos a atenção para os valores altos de Eletronegatividade para os dois gases nobres Kr e Xe, em novos compostos formados com oxigênio e flúor. Deve se ressaltar que estes

materiais só reagem em condições drásticas, muito diferentes do padrão das demais substâncias da tabela.



Figura 7: variação da eletronegatividade para os 56 primeiros elementos químicos da tabela periódica.



Figura 8: Tendência observada para o aumento da eletronegatividade.

Referências

- Atkins, P. e Jones, L. Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Porto Alegre, Bookman, p. 145 – 153. 2006.
- Brady, J. E. e Senese, F. Química: a matéria e suas transformações. Rio de Janeiro, LCT, p. 290 – 299. 2009.
- Filho, J. M. M. e Faria, R.B.; 120 anos da classificação periódica dos elementos químicos, QUÍMICA NOVA, 13(1) (1990).
- Kean, S. A colher que desaparece e outras histórias reais de loucura, amor e morte a partir dos elementos químicos. Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editora. p. 49 – 63.2001.
- Mortimer, E. F. e Machado A. H. Química, volume 1, São Paulo, Scipione, p. 170 – 192.2010.
- Strahern, P. O sonho de Mendeleiev: a verdadeira história da química, Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editora. p. 9-14.2002.
- Tolentino, M.; Rocha-filho, R. C.; e Chagas, A. P.; Alguns aspectos históricos da classificação periódica dos elementos químicos, QUÍMICA NOVA, 20(1) (1997).

Anexo 2: Técnica GV-GO: grupo de verbalização e grupo de observação.²⁹

Essa técnica consiste em dividir os alunos em dois grupos, atribuindo a um a função de discutir um tema (Grupo de verbalização) e a outro a função de analisar criticamente a discussão feita pelo primeiro grupo (Grupo de observação).

Objetivos:

- levar o grupo a discutir um problema, oportunizando a troca de ideias e opiniões.
- propiciar o desenvolvimento da expressão oral, a capacidade de atenção, de percepção, de saber ouvir e de observar.
- desenvolver o autocontrole durante as discussões.
- integrar e sistematizar conhecimentos.

Procedimentos:

- Preparar um instrumento de trabalho, uma situação-problema, ou um texto para discussão (deverá ser feita uma leitura prévia individual);
- dividir a classe em dois grupos de, no máximo, 15 alunos cada (se possível):
 - GV - Grupo de Verbalização: em círculo no centro da sala. Tem por tarefa discutir o assunto e apresentar conclusões.
 - GO - Grupo de Observação: ao longo das paredes da sala. Tem por tarefa observar a dinâmica do grupo de verbalização, preparar-se para substituir o grupo de debate e relatar as observações do trabalho do GV;
- durante a sessão pode-se trocar a posição dos grupos:
 - GV passa a atuar como GO
 - GO passa a atuar como GV.

Papeis:

Do professor: Orientar os estudantes sobre a técnica; apresentar o instrumento de trabalho; avaliar o trabalho desenvolvido, baseando-se em dados de observação.

Dos alunos: Todos os alunos terão oportunidade de participar e de observar. Para isso devem se preparar através das atividades e leituras prévias solicitadas pelo professor. O grupo de observação terá um integrante que fará o papel de secretário-relator., que são relatados pelos colegas

Regras:

- No GV todos devem participar da discussão.
- No GO ninguém pode falar, somente observar. Mas, poderão trocar bilhetes com observações sobre o trabalho do GV.
- O professor deve evitar dar contribuições durante o debate do GV. Entretanto, ele pode intervir para fazer provocações ou complementações do assunto.

Avaliação:

O professor participa da avaliação feita pelos dois grupos, destacando as ideias relevantes propostas pelos alunos e os aspectos importantes relacionados à participação e à interação do grupo. Poderá fazer uma comunicação dos aspectos que não foram abordados. Nessa ocasião, a classe também estará participando da avaliação. Recomenda-se que as observações do professor sejam sempre provocativas ou complementares.

²⁹Extraído e adaptado de www.aureliano.com.br/downloads/didatica/grupogvgo.docx último acesso dia 25 de novembro de 2015.

Anexo3: Cartas do Baralho Químico³⁰

<p>138 BÁRIO Ba</p>  <p>O bário é um metal reativo que queima facilmente no ar</p> <p>BaO T.F.: 727°C T.E.: 1897°C Densidade: 3,5g/cm³</p>	<p>79 BROMO Br</p>  <p>O bromo é um dos dois únicos elementos que é líquido à temperatura ambiente</p> <p>HBr, Br₂O₇ T.F.: -7,2°C T.E.: 315°C Densidade: 3,12x10g/cm³</p>
<p>75 ARSÊNIO As</p>  <p>O arsênio é um elemento altamente tóxico normalmente usado em venenos de rato</p> <p>AsH₃, As₂O₃ Sublima a 614°C Densidade: 5,73g/cm³</p>	<p>11 BORO B</p>  <p>O boro é um elemento quebradiço que produz uma chama esverdeada</p> <p>B₂O₃ T.F.: 2075°C T.E.: 4000°C Densidade: 2,46g/cm³</p>
<p>121 ANTIMÔNIO Sb</p>  <p>O antimônio é um metal tóxico tão frágil, que é adicionado como um agente de endurecimento à munições de chumbo</p> <p>SbH₃, Sb₂O₃ T.F.: 630°C T.E.: 1587°C Densidade: 6,7g/cm³</p>	<p>208108 BISMUTO Bi</p>  <p>O bismuto é um dos ingredientes do Peptobismol, um antiácido</p> <p>BiH₃, Bi₂O₃ T.F.: 271,4°C T.E.: 1564°C Densidade: 9,78g/cm³</p>
<p>27 ALUMÍNIO Al</p>  <p>O alumínio é um metal leve e forte encontrado usualmente em latas de refrigerante</p> <p>Al₂O₃ T.F.: 660°C T.E.: 2519°C Densidade: 2,7g/cm³</p>	<p>9 BERÍLIO Be</p>  <p>O berílio pode ser encontrado na forma de água-marinha e esmeralda</p> <p>BeO T.F.: 1287°C T.E.: 2470°C Densidade: 1,85g/cm³</p>

³⁰ Desenhos de Kaycie D. Disponível em <http://kcd-elements.tumblr.com/> último acesso dia 25 de novembro de 2015

140 CÉRIO Ce



O cério ajuda a evitar o acúmulo de resíduos de cozimento e é encontrado em alguns fornos

CeH_2 , CeO_2

T.F.: 798°C
T.E.: 3424°C
Densidade: 6,69g/cm³

59 COBALTO Co



O cobalto ajuda a criar um dos metais mais fortes do mundo

CoO , Co_2O_3 , Co_3O_4

T.F.: 1495°C
T.E.: 2927°C
Densidade: 8,9x10g/cm³

12 CARBONO C



O carbono pode assumir as formas de carvão, grafite e diamante

CH_4 , CO_2

Sublima a 3642°C
Densidade: 2,26g/cm³

35 CLORO Cl



Inalar o gás cloro pode provocar queimaduras nos olhos e levar à morte

HCl , Cl_2O_7

T.F.: -101,5°C
T.E.: -34,04°C
Densidade: 3,2x10⁻³ g/cm³

40 CÁLCIO Ca

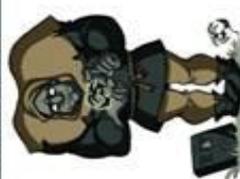


O cálcio no leite contribui para reforçar o esqueleto

CaO

T.F.: 824°C
T.E.: 1484°C
Densidade: 1,55g/cm³

208 CHUMBO Pb



Apesar de venenoso, as pessoas bebiam em canecos de chumbo nos tempos medievais

PbH_2 , PbO_2

T.F.: 327,5°C
T.E.: 1749°C
Densidade: 11,3g/cm³

114 CÁDMIO Cd



O cádmio pode ser encontrado em alguns pigmentos de tinta

CdO

T.F.: 321°C
T.E.: 767°C
Densidade: 8,65g/cm³

133 CÉSIO Cs



O cério é um dos elementos mais reativos e explode violentamente em contato com água

Cs_2O

T.F.: 28,44°C
T.E.: 671°C
Densidade: 1,89g/cm³

63 COBRE Cu



O cobre é um metal avermelhado e excelente condutor de eletricidade.

CuO
 T.F.: 1084°C
 T.E.: 2562°C
 Densidade: 8,92x10g/cm³

52 CROMO Cr



Carros das décadas de 1950 e 60 foram muitas vezes decorados com cromo.

CrO_2
 T.F.: 1907°C
 T.E.: 2671°C
 Densidade: 7,14g/cm³

32 ENXOFRE S



É um elemento malcheiroso e "combativo", é encontrado em granadas e na pólvora.

H_2S, SO_2
 T.F.: 115,21°C
 T.E.: 444,6°C
 Densidade: 1,96g/cm³

166 ÉRBBIO Er



Os óxidos de érbio são adicionados a jóias e esmaltes para produzir a cor rosa.

Er_2O_3
 T.F.: 1497°C
 T.E.: 2727°C
 Densidade: 9,07g/cm³

45 ESCÂNDIO Sc



Os bastões de beisebol que contêm escândio têm um notável poder de ataque.

Sc_2O_3
 T.F.: 1541°C
 T.E.: 2830°C
 Densidade: 2,96x10g/cm³

120 ESTANHO Sn



O estanho já foi amplamente usado para fazer latas de metal, mas em grande parte foi substituído por alumínio.

SnH_4, SnO_2
 T.F.: 231,9°C
 T.E.: 2602°C
 Densidade: 7,31g/cm³

88 ESTRÔNCIO Sr



Nominado em homenagem à cidade escocesa de Strontian, o estrôncio é o responsável por dar a cor vermelha aos fogos de artifício.

SrO
 T.F.: 777°C
 T.E.: 1382°C
 Densidade: 2,63g/cm³

56 FERRO Fe



Sozinho, o ferro enferruja, por isso muitos elementos são adicionados a ele para fazer aço.

FeO, Fe_2O_3, Fe_3O_4
 T.F.: 1538°C
 T.E.: 2861°C
 Densidade: 7,87g/cm³

19 FLUÓR **F**



O gás flúor é tão reativo, que queima qualquer coisa que ele toca.

HF

T.F.: -219,6°C
T.E.: -188,2°C
Densidade: $1,7 \times 10^3$ g/cm³

As ilustrações são de autoria de Elyse B. 2011-2012. Disponível em: <http://www.illustrations.com>

31 FÓSFORO **P**



É o fósforo vermelho nos palitos de fósforo que os fazem queimar

PH₃, P₂O₅

T.F.: 44,2°C
T.E.: 280,5°C
Densidade: 1,82g/cm³

As ilustrações são de autoria de Elyse B. 2011-2012. Disponível em: <http://www.illustrations.com>

193 IRÍDIO **Ir**



O Iridio pode ser encontrado em muitos asteroides que colidem com a Terra

Ir₂O₃, Ir₂O₄

T.F.: 2466°C
T.E.: 4428°C
Densidade: 22,56g/cm³

As ilustrações são de autoria de Elyse B. 2011-2012. Disponível em: <http://www.illustrations.com>

1 HIDROGÊNIO **H**



O hidrogênio é o menor, mais leve e mais abundante elemento do universo

T.F.: -259,1°C
T.E.: -252,8°C
Densidade: $0,99 \times 10^{-3}$ g/cm³

As ilustrações são de autoria de Elyse B. 2011-2012. Disponível em: <http://www.illustrations.com>

115 ÍNDIO **In**



Quando o índio metálico é dobrado de forma rápida, ele emite um som alto como um grito.

In₂O₃

T.F.: 156,6°C
T.E.: 2072°C
Densidade: 7,3g/cm³

As ilustrações são de autoria de Elyse B. 2011-2012. Disponível em: <http://www.illustrations.com>

127 IODO **I**



O iodo sublima gerando um gás violeta e é usado por médicos para desinfetar feridas

HI, I₂O₇

T.F.: 113,7°C
T.E.: 184,3°C
Densidade: 4,94g/cm³

As ilustrações são de autoria de Elyse B. 2011-2012. Disponível em: <http://www.illustrations.com>

89 ÍTRIO Y



Existem rumores de que o ítrio possuía propriedades místicas

Y_2O_3
 T.F.: 1526°C
 T.E.: 3345°C
 Densidade: 4,47g/cm³

As ilustrações são de autoria de Felipe C. Kaye. © 2011-2012. Disponível em: <http://www.illustrations.com.br>

139 LANTÂNIO La



O lantânio é a primeira das terras raras e é utilizado em luzes de estúdio

La_2O_3
 T.F.: 920°C
 T.E.: 3464°C
 Densidade: 6,15g/cm³

As ilustrações são de autoria de Felipe C. Kaye. © 2011-2012. Disponível em: <http://www.illustrations.com.br>

7 LÍTIo Li



A forma metálica do lítio é tão macia que pode ser cortada com uma faca

Li_2O
 T.F.: 180,5°C
 T.E.: 1342°C
 Densidade: 0,53g/cm³

As ilustrações são de autoria de Felipe C. Kaye. © 2011-2012. Disponível em: <http://www.illustrations.com.br>

24 MAGNÉSIO Mg



A única maneira de apagar um incêndio de magnésio é com areia

MgO
 T.F.: 650°C
 T.E.: 1090°C
 Densidade: 1,74g/cm³

As ilustrações são de autoria de Felipe C. Kaye. © 2011-2012. Disponível em: <http://www.illustrations.com.br>

55 MANGANÊS Mn



O manganês pode levar ao manganismo, uma intoxicação que causa alucinações e violência

Mn_2O_5
 T.F.: 1246°C
 T.E.: 2061°C
 Densidade: 7,47g/cm³

As ilustrações são de autoria de Felipe C. Kaye. © 2011-2012. Disponível em: <http://www.illustrations.com.br>

202 MERCÚRIO Hg



O mercúrio é um elemento líquido mortal que causa danos ao sistema nervoso

HgO
 T.F.: -38,8°C
 T.E.: 356,7°C
 Densidade: 13,5g/cm³

As ilustrações são de autoria de Felipe C. Kaye. © 2011-2012. Disponível em: <http://www.illustrations.com.br>

98 MOLIBDÊNIO Mo



O molibdênio é um metal resistente usado em muitas ferramentas pesadas

MoF_5, MoO_2
 T.F.: 2623°C
 T.E.: 4639°C
 Densidade: 10,3g/cm³

As ilustrações são de autoria de Felipe C. Kaye. © 2011-2012. Disponível em: <http://www.illustrations.com.br>

93 NIÓBIO Nb



Niobe era o nome de uma deusa grega que foi castigada por sua vaidade

Nb_2O_7
 T.F.: 2477°C
 T.E.: 4744°C
 Densidade: 8,57g/cm³

As ilustrações são de autoria de Felipe C. Kaye. © 2011-2012. Disponível em: <http://www.illustrations.com.br>

58 NÍQUEL Ni



O nome níquel significa "cobre do diabo", ele é o responsável por dar cor verde ao vidro

NiO , Ni_2O_3

T.F.: 1455°C
T.E.: 2913°C
Densidade: 8,91g/cm³

74 NITROGÊNIO N



Alguns compostos com nitrogênio são tóxicos, outros podem causar tontura e náusea

NH_3 , N_2O_5

T.F.: -210,1°C
T.E.: -195,8°C
Densidade: 1,25x10⁻³ g/cm³

192 ÓSMIO Os



A principal aplicação do ósmio é na fabricação de pontas de caneta tinteiro

Os_2O_3 , Os_3O_4

T.F.: 3033°C
T.E.: 5012°C
Densidade: 22,6g/cm³

197 OURO Au



O ouro, um metal muito bonito e muito macio, tem sido cobizado por milhares de anos

Au_2O

T.F.: 1064°C
T.E.: 2856°C
Densidade: 19,3g/cm³

8 OXIGÊNIO O



O oxigênio puro vem na forma emparelhada de O_2

H_2O

T.F.: -218,3°C
T.E.: -182,9°C
Densidade: 1,43x10⁻³ g/cm³

106 PALÁDIO Pd



O paládio é um elemento que converte substâncias tóxicas, por isso é utilizado em catalisadores de automóveis

PdO , Pd_2O_7

T.F.: 1554,9°C
T.E.: 2963°C
Densidade: 12g/cm³

195 PLATINA Pt



A platina é um dos metais mais caros do mundo

PtO , Pt_2O_3

T.F.: 1768,4°C
T.E.: 3025°C
Densidade: 21,1g/cm³

39 POTÁSSIO K



O potássio é um elemento muito reativo que queima com uma chama lilás

K_2O

T.F.: 63,4°C
T.E.: 759°C
Densidade: 0,86g/cm³

103 RÓDIO Rh



O ródio é um dos metais mais brilhantes da tabela periódica.

RhO, Rh_2O_3
 T.F.: 1964°C
 T.E.: 3695°C
 Densidade: 12,5g/cm³

107 PRATA Ag



A prata é um excelente condutor de eletricidade.

Ag_2O
 T.F.: 961,8°C
 T.E.: 2162°C
 Densidade: 10,4g/cm³

85 RUBÍDIO Rb



O nome rubídio significa vermelho, esse elemento reage violentamente com a água.

Rb_2O
 T.F.: 393°C
 T.E.: 688°C
 Densidade: 1,53g/cm³

102 RUTÊNIO Ru



O rutênio é um metal raro usado para dar as joias um acabamento escuro.

RuO, Ru_2O_3
 T.F.: 2334°C
 T.E.: 4150°C
 Densidade: 12,4g/cm³

80 SELÊNIO Se



O selênio, quando consumido por vacas, pode provocar vários estágios de cegueira.

SeH_2, SeO_2
 T.F.: 221°C
 T.E.: 685°C
 Densidade: 4,82g/cm³

28 SILÍCIO Si



O silício faz parte dos microchips de computadores e de outros eletrônicos.

SiH_4, SiO_2
 T.F.: 1418°C
 T.E.: 2265°C
 Densidade: 2,3g/cm³

23 SÓDIO Na



O sódio é encontrado no mar, mas o elemento puro reage violentamente com a água.

Na_2O
 T.F.: 97,8°C
 T.E.: 883°C
 Densidade: 0,97g/cm³

205 TÁLIO Tl



A superfície do tálio constantemente sofre corrosão como uma cobra trocando de pele.

Tl_2O_3
 T.F.: 304°C
 T.E.: 1463°C
 Densidade: 11,8g/cm³

181 TÂNTALO Ta

Antes de se saber sobre sua radioatividade, usava-se tântalo na fabricação de pastas de dente

Ta₂O₅
 T.F.: 3017°C
 T.E.: 5458°C
 Densidade: 16,7g/cm³

130 TELÚRIO Te

O telúrio tem cheiro semelhante ao do alho

TeH₂, TeO₂
 T.F.: 449,5°C
 T.E.: 988°C
 Densidade: 6,24g/cm³

48 TITÂNIO Ti

Por não provocar alergia, o titânio pode ser usado na confecção de piercings

TiO₂
 T.F.: 1668°C
 T.E.: 3287°C
 Densidade: 4,5g/cm³

232 TÓRIO Th

Antes de se saber sobre sua radioatividade, usava-se tório na fabricação de pastas de dente

ThO₂
 T.F.: 1750°C
 T.E.: 4788°C
 Densidade: 11,7g/cm³

184 TUNGSTÊNIO W

O tungstênio, também chamado "wolfrânio", é muito utilizado em materiais cortantes

WO₂
 T.F.: 3422°C
 T.E.: 5555°C
 Densidade: 19,3g/cm³

238 URÂNIO U

A mais famosa aplicação do urânio é na bomba atômica da segunda guerra mundial

UO₂
 T.F.: 1135°C
 T.E.: 4131°C
 Densidade: 19,1g/cm³

51 VANÁDIO V

O vanádio é adicionado ao aço para torná-lo mais forte, por isso é encontrado em muitas ferramentas

V₂O₅
 T.F.: 1910°C
 T.E.: 3407°C
 Densidade: 6,1g/cm³

90 ZIRCÔNIO Zr

O zircônio polido tem um brilho parecido com o do diamante

ZrO₂
 T.F.: 1855°C
 T.E.: 4409°C
 Densidade: 6,51g/cm³

<p>74 GERMÂNIO Ge</p>  <p>O germânio é um semicondutor utilizado em celulares e outros aparelhos eletrônicos.</p> <p>GeH_4, GeO_2</p> <p>T.F.: 938,3°C T.E.: 2620°C Densidade: 5,32g/cm³</p>	
<p>69 GÁLIO Ga</p>  <p>Colheres feitas de galio derretem quando servidas em bebidas quentes.</p> <p>Ga_2O_3</p> <p>T.F.: 29,7°C T.E.: 2204°C Densidade: 5,9g/cm³</p>	
<p>64 ZINCO Zn</p>  <p>Por correr facilmente, o zinco é adicionado ao aço para aumentar seu desempenho.</p> <p>ZnO</p> <p>T.F.: 419,5°C T.E.: 907°C Densidade: 7,14g/cm³</p>	