

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

FACULDADE DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO:

ATIVIDADES INVESTIGATIVAS: O IMPACTO NA CAPACIDADE DE
ARGUMENTAÇÃO EM ALUNOS DO ENSINO MÊDIO SOBRE ELETROQUÍMICA.

Orientadora : Prof^a Dr^a SILVIA REGINA QUIJADAS ARO ZULIANI

Co-orientador : Ms^o THIAGO BUFELI BIANCHINI

Aluna: Élen Caroline Martins Toniatto

BAURU

2015

ATIVIDADES INVESTIGATIVAS: O IMPACTO NA CAPACIDADE DE
ARGUMENTAÇÃO EM ALUNOS SOBRE ELETROQUÍMICA.

Trabalho apresentado na disciplina Monografia de Conclusão de Curso da Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, como requisito de conclusão de curso.

Orientador: Prof. Dra. Silvia Regina Q. A. Zuliani

Co-orientador: Ms^o Thiago Bufeli Bianchini

BAURU

2015

Agradecimentos:

- À Deus, porque Dele, por Ele e para Ele são todas as coisas;
- Aos meus queridos pais, José Carlos e Rosana pelo amor, confiança, apoio e torcida que depositam em minha vida;
- Ao meu amado marido, Fábio que participou de toda minha formação, me auxiliando em todo tempo, com palavras de fé e encorajamento que com certeza me trouxeram até a conclusão deste curso;
- À professora Silvia Zuliani pela paciência e tempo dedicados a mim;
- À Unesp que faz parte da minha vida desde muito cedo e a que devo toda minha formação.

Dedicatória:

À Deus que esteve presente em todos os momentos, me guiando, me auxiliando e me mostrando que existe uma excelência maior a ser atingida, a qual buscarei incansavelmente.

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original”.

Albert Einstein

RESUMO

As orientações das pesquisas em educação têm mostrado a importante contribuição das investigações que privilegiam a análise da dimensão discursiva dos processos de ensino e aprendizagem de Ciências em situações reais de sala de aula. Uma proposta interessante para analisar a eficácia de uma atividade de ensino consiste em avaliar o potencial das atividades investigativas no desenvolvimento da argumentação em aulas de ciências. Diversos trabalhos têm levado em consideração o uso da argumentação em sala de aula como forma de possibilitar aos estudantes novas maneiras de conhecer a ciência. Argumentação refere-se ao processo de associar componentes que desempenham um papel central na construção de explicações, modelos e teorias. No intuito de investigar o potencial destas atividades realizou-se a aplicação de atividades investigativas com alunos de terceiro ano do ensino médio, gravadas em áudio e vídeo, focadas no desenvolvimento da argumentação. A pesquisa, realizada classifica-se como uma pesquisa qualitativa com características de um estudo de caso. Os argumentos colhidos durante as atividades continham as concepções dos alunos a respeito dos conceitos discutidos e todas foram gravadas em áudio e vídeo. Com o favorecimento da argumentação pela atividade investigativa pudemos avaliar a aprendizagem vivenciada através das falas dos alunos. Pode-se notar que os alunos se apropriaram do conceito de oxidação que envolve transferência de elétrons, assim, a atividade atingiu o objetivo, para que foi planejada, tornando-se eficaz para a introdução de conceitos eletroquímicos.

Palavras-chave: Ensino de química, Ensino por investigação, eletroquímica e Argumentação.

Abstract

The education research guidelines have shown the important contribution of the investigations that focus on analysis of the discursive dimension of teaching and learning of Science in actual classroom. An interesting proposal to analyze the effectiveness of an educational activity is to assess the potential of investigative activities in the development of argumentation in science classes. Several studies have taken into account the use of argument in the classroom as a way to provide students with new ways to know the science. Argument refers to the process of associating components that play a central role in the construction of explanations, models and theories. In order to investigate the potential of these activities took place the application of investigative activities with third-year high school students, recorded in audio and video, focusing on the development of the argument. The search, conducted ranks as a qualitative research with characteristics of a case study. The arguments collected during the activities contained the students' conceptions about the concepts discussed and all were recorded in audio and video. With the encouragement of the argument by the investigative activity we evaluate the learning experienced by the speech of students. It may be noted that students have appropriated the concept of oxidation involving electron transfer, thus the activity reached the goal, so that was planned, making it effective for the introduction of electrochemical concepts.

Keywords: Chemistry Education, Education for research, electrochemical and Argumentation.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. ENSINO DE CIENCIAS	11
3. ENSINO POR INVESTIGAÇÃO:.....	16
4. ARGUMENTAÇÃO:.....	20
5. QUESTÃO DE PESQUISA	24
6. METODOLOGIA	25
6.1 O MINICURSO ELABORADO E ESTUDADO: ELETROQUÍMICA.....	25
6.2 SUJEITOS DE PESQUISA E COLETA DE DADOS.....	27
7. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	29
8. CONCLUSÃO	38
REFERÊNCIAS	40
ANEXOS	43

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: HABILIDADES ARGUMENTATIVAS QUE PODEM SER AVALIADAS PELO INSTRUMENTO. PÁG.22

QUADRO 2: DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM E /OU CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS PARA O CONTEÚDO DE ELETROQUÍMICA. PÁG.26

QUADRO 3: ANÁLISE DOS ARGUMENTOS DOS PROFESSORES E ALUNOS SEGUNDO MENDONÇA E JUSTI (2009), TRECHO 1: PÁG.30

QUADRO 4: ANÁLISE DOS ARGUMENTOS DOS PROFESSORES E ALUNOS SEGUNDO MENDONÇA E JUSTI (2009), TRECHO 2: PÁG.31

QUADRO 5: ANÁLISE DOS ARGUMENTOS DOS PROFESSORES E ALUNOS SEGUNDO MENDONÇA E JUSTI (2009), TRECHO 3: PÁG.32

QUADRO 6: ANÁLISE DOS ARGUMENTOS DOS PROFESSORES E ALUNOS SEGUNDO MENDONÇA E JUSTI (2009), TRECHO 4: PÁG.33

QUADRO 7: ANÁLISE DOS ARGUMENTOS DOS PROFESSORES E ALUNOS SEGUNDO MENDONÇA E JUSTI (2009), TRECHO 5: PÁG.34

QUADRO 8: ANÁLISE DOS ARGUMENTOS DOS PROFESSORES E ALUNOS SEGUNDO MENDONÇA E JUSTI (2009), TRECHO 6: PÁG.35

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: REAÇÃO ENTRE O SULFATO DE COBRE E A LÃ DE AÇO. PÁG.29

FIGURA 2: REAÇÃO ENTRE O SULFATO DE COBRE COM A PLACA DE ZINCO.
PÁG.31

FIGURA 3: PILHA DE DANIELL. PÁG.36

1. INTRODUÇÃO

Minha escolha pela carreira de Químico, teve início em aulas de química de um professor que conseguiu me cativar; porém minha intenção passava longe de me tornar uma professora de Química. Acreditava que era uma carreira difícil, pouco favorável financeiramente; porém algo dentro de mim me fez acreditar que seria possível e por mais que as circunstâncias dissessem ao contrário, continuei com aquela convicção.

Meu primeiro contato com a escola, foi ao terceiro ano de faculdade, como professora substituta, em aulas de diferentes disciplinas. O que pude observar durante essa experiência foi a falta de professores com que a escola precisa lidar. Professores efetivos faltam em suas obrigações e aqueles que poderiam substituí-los não existem ou não o fazem do modo mais indicado.

Percebi que os alunos notam essas falhas no sistema educacional e se apropriam destas deficiências como desculpa para desordem e desrespeito. Particularmente, não os culpo, são produtos do sistema.

A escola na tentativa de conte-los usa de ferramentas que só dificultam o trabalho do professor, que precisa conte-los e ensina-los.

Outro fator que observei, foi o contingente de alunos dentro de cada sala de aula; seu número varia de 35 à quase 50 alunos por sala. Acredito que cada pessoa carrega em si, seu modo de aprender, seu modo de se expressar, seus defeitos e qualidades o que torna cada pessoa particularmente impar; agora ao transpor todas estas particularidades individuais em uma sala de aula com superlotação; concluo que precisamos de um super-herói para lidar com tudo isso.

Meu segundo contato com a escola, foi através do Programa de Iniciação a Docência - Pibid, segundo o site da CAPES “ *O Pibid é uma iniciativa para o aperfeiçoamento e a valorização da formação de professores para a educação básica. O programa concede bolsas a alunos de licenciatura participantes de projetos de iniciação à docência desenvolvidos por Instituições de Educação Superior (IES) em parceria com escolas de educação básica da rede pública de ensino. Os projetos devem promover a inserção dos estudantes no contexto das escolas públicas desde o início da sua formação*

acadêmica para que desenvolvam atividades didático-pedagógicas sob orientação de um docente da licenciatura e de um professor da escola.”

Este contato se deu também ao terceiro ano do curso de Licenciatura em Química, e me fez concluir que aulas bem preparadas, elaboradas com objetivos específicos, atingem bons resultados se aplicadas em sala de aula; no programa usamos o método de Ensino por Investigação. Nas aplicações de atividades em sala de aula, particularmente é um método que muito me agrada, pois atinge os objetivos das aulas e o trabalho específico no conceito dos assuntos programados auxiliam na formação dos alunos. Por este motivo, este presente trabalho se baseia em atividades investigativas.

Meu terceiro contato com a educação foi através de aulas particulares para alunos que apresentavam dificuldades de aprendizagem. Percebi que os conceitos trabalhados em suas escolas tinham por objetivo o ingresso em universidades públicas, muitos tem sucesso nesta tentativa, porém este método de ensino pouco auxilia na formação de cidadãos críticos; objetivo que muitos pesquisadores em educação defendem ser possível através da proposta de Ensino por Investigação.

Dadas essas experiências, decidi em meu trabalho de conclusão de curso trabalhar com o Ensino por Investigação. No grupo de Pesquisa do qual faço parte já haviam estudos sobre a capacidade de argumentação em alunos favorecidas por esta proposta metodológica, resolvi aplicar uma Atividade Investigativa a fim de verificar o seu impacto na capacidade da argumentação em alunos do ensino médio da rede pública.

2. ENSINO DE CIENCIAS

O ensino de ciências tem sido baseado em propostas tradicionais usando definições, leis e princípios como verdades absolutas e irrevogáveis; sem problematização do conceito e sem inserção no cotidiano do aluno; que fica impossibilitado de investigar e argumentar acerca dos fenômenos apresentados. O resultado deste ensino são alunos que não aprendem o conteúdo e criam representações da ciência que não são verdadeiras, dificultando a aprendizagem de novos conceitos.

Oliveira apresenta resultados de pesquisa com a opinião de alguns pesquisadores brasileiros em ordem decrescente de importância exemplos de problemas que podem justificar a defasagem no processo educacional: (SCHNETZLER, 1996, pag. 18-20 apud OLIVEIRA, 2010)

1. O ensino atual não tem atendido ao objetivo de formação da cidadania;
2. O tratamento dos conteúdos programáticos não tem sido adequado para propiciar aprendizagem significativa;
3. O conteúdo programático do ensino atual não está adequado para a formação da cidadania;
4. Os professores não têm assumido uma postura comprometida com a formação da cidadania;
5. O processo de avaliação atual não está adequado;
6. Os alunos atualmente têm uma postura passiva e dogmática.

As deficiências epistemológicas e didáticas que podemos reconhecer no ensino habitual dos conceitos de química são as principais responsáveis pelas dificuldades de aprendizagem apontadas nestes estudos.

Diante de tal situação, e tentando sanar tais dificuldades, nas últimas décadas, as pesquisas no Ensino de Ciências têm buscado estratégias que favoreçam o entendimento dos conteúdos científicos, além da formação de alunos e professores críticos e reflexivos.

Segundo Gil (1993) a aprendizagem de conceitos científicos precisa desenvolver competências características da metodologia científica bem como

formas de ensino que contemplem este objetivo. (GIL *et al.*, 1993, apud SCHNETZLER, 2004)

Segundo Schnetzler, em seu artigo em 1981, os livros didáticos mostram que o ensino de Química tem sido eminentemente teórico, centrado na veiculação de conhecimentos dissociados da sua própria natureza experimental, negligenciando, desta forma, o seu caráter investigativo, a sua importante aplicação à sociedade e, conseqüentemente, a sua potencialidade para desenvolver espírito crítico nos alunos.

Oliveira, citando Bastos (2006) aponta que grande parte dos artigos publicados sobre os temas na área da Educação constata que a maioria dos professores utiliza o método de ensino por transmissão, mediante o qual os alunos devem ser capazes de reter uma grande quantidade de informação comportando-se como receptores deste conhecimento. Trata-se de uma didática repetitiva, que exige memória, onde o conhecimento é recebido, sem tempo para assimilar apenas para armazenar (OLIVEIRA, 2010).

O mundo do trabalho cada vez mais exige da sociedade, competências que vão muito além da capacidade de executar determinada tarefa. Questionamos: O Ensino de Ciências atual, realizado nas escolas, tem contribuído para a formação de um sujeito, preparado para as demandas sociais ou a escola tem sido uma parada obrigatória para aqueles que anseiam pleitear uma vaga nas universidades? Os professores são unânimes em suas respostas, indicando que o ensino transmissivo, descontextualizado e a execução árdua de exercícios de vestibulares são praticados em quase todas as salas de aula do Brasil.

A escola tem por função primeira, transformar os conceitos adquiridos socialmente pelo aluno em conceitos poderosos, como defende Michael Yong (2007). Conhecimento poderoso é aquele que gera na estrutura cognitiva do aluno o aparato para uma tomada de decisão crítica transformando aquele agente que antes não sabia o que fazer com seu conhecimento adquirido durante sua formação básica, em um agente que usa suas habilidades não só profissionalmente, mas também para se tornar um cidadão crítico transformador da realidade.

Segundo Hodson (1992), o objetivo da aprendizagem no ensino de Ciências, está em aprender Ciências, aprender sobre ciências e aprender a fazer Ciência. Aprender Ciências relaciona-se com a aprendizagem de conceitos científicos, que ocorre de forma satisfatória, levando-se em conta os pressupostos dos alunos a respeito dos fenômenos apresentados. Aprender sobre Ciências está diretamente relacionado a aprender como ela é construída e se desenvolve no decorrer da História da humanidade. Por fim, fazer Ciência consiste na utilização dos métodos e processos da Ciência para investigar fenômenos e solucionar problemas que possam surgir durante as aulas.

Para contemplar essas três ações, Hodson (1992) defende que a experimentação no ensino de Ciências tem um papel importantíssimo, pois auxilia na construção do conhecimento pelo aluno se usada de forma correta. Se usada como simples ferramenta de comprovação de teorias, ou como meio de chamar a atenção do aluno para a aula que esta sendo ministrada, muito pouco é aproveitada para uma aprendizagem satisfatória.

Segundo Praia, Cachapuz e Perez (2002, *apud* OLIVEIRA, 2010) a experiência científica no trabalho experimental tem dois objetivos: os de verificação e os de investigação. No trabalho experimental de verificação, sem problematização, o professor tem o papel de protagonista durante a aula. É ele quem identifica o problema e o relaciona com outros fenômenos; atuando ativamente nas demonstrações guiando-se por um *script* previamente formulado

Quanto ao segundo tipo de trabalho experimental, o investigativo, indica-se nas proposições seguir, o sentido que a experimentação deve apresentar em sala de aula.

- 1) Deve ser um meio para explorar as idéias dos alunos e desenvolver a sua compreensão conceitual;
- 2) deve ser sustentado por uma base teórica prévia informadora e orientadora da análise dos resultados;

3) deve ser delineada pelos alunos para possibilitar um maior controle sobre a sua própria aprendizagem, sobre as suas dificuldades e de refletir sobre o porquê delas, para ultrapassá-las.

Quando se sujeita a experiência científica a uma tentativa de questionamento convida-se o aluno a se desenvolver cognitivamente, oportunizando o confronto de ideias com seus colegas e professores. (PRAIA, CACHAPUZ E PÉREZ, 2002 apud OLIVEIRA, 2010)

Para Oliveira (2010) a crítica, a argumentação e o consenso dos pares fazem parte do pensamento científico, transferidos para o processo de ensino, alunos e professores compartilham dificuldades inerentes à própria prática científica. Desta maneira, tal exercício escolar permite uma aprendizagem efetiva, significativa e voltada para a cidadania. Defendendo a importância da discussão argumentativa, PRAIA *et al.* (2002) Indicam que:

Importa que os professores compreendam e se consciencializem da importância do elemento cognitivo, da discussão argumentativa, que atribuam ao estudo e à reflexão um espaço indispensável para compreender as dificuldades e a complexidade que se reveste tal processo de construção da ciência. (PRAIA, CACHAPUZ e PEREZ, 2002, p.257)

Foi Ausubel que propôs o termo aprendizagem significativa. Para ele, aprender significativamente é ampliar e reconfigurar ideias já existentes na estrutura cognitiva e com isso ser capaz de relacionar e acessar novos conteúdos. Ele é oposto as ideias do comportamentalismo ou o chamado behaviorismo, que veem os alunos como tabulas rasas, que só aprenderão algo se for ensino por alguém. Suas ideias foram propostas em 1963 e a partir de então vem influenciando no modo de pensar a educação. Ausubel defende que a aprendizagem é um processo que se dá a partir dos significados que o sujeito estabelece com o mundo em que se vive.

Segundo Moreira e Masini (1981) a aprendizagem é um processo do armazenamento de informações que vão sendo incorporadas no cérebro do indivíduo para serem acessadas futuramente. Estas informações quando são claras e disponíveis na estrutura cognitiva; servem de ancora para o recebimento de informações futuras. Ausubel define como subsunçores, as

estruturas do conhecimento específico disponível na estrutura cognitiva, nos quais a nova informação se ancora. (VIEIRA, 2012).

Moreira e Masini (1981, p. 4) destacam que:

A aprendizagem significativa processa-se quando o material novo, ideia e informações que apresentam uma estrutura lógica, interagem com conceitos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva, sendo por eles assimilados, contribuindo para sua diferenciação, elaboração e estabilidade.

O ensino, quando ocorre de forma mecânica, não produz os efeitos desejados na aprendizagem do aluno, que não consegue associar a nova informação com aquela já existente em sua estrutura cognitiva e não aplica o novo conceito ao seu contexto de vida real, simplesmente porque não vê as duas informações como componentes de uma só rede. Esta proposta não fomenta a curiosidade, percepção e o raciocínio em alunos. O ensino deve promover habilidades de relacionar fatos gerando uma aprendizagem significativa.

Outros autores também consideram que na aprendizagem de ciências, os alunos precisam aprender a analisar aquilo que tem como pressupostos de determinados acontecimentos e considerar a hipótese de que estes pressupostos podem ser refutados. No trecho de um dos trabalhos de Driver (1999), há uma discussão interessante sobre a aprendizagem das ciências:

“[...] aprender ciências não é uma questão de simplesmente ampliar o conhecimento dos jovens sobre os fenômenos – uma prática talvez mais apropriadamente denominada estudo da natureza – nem de desenvolver e organizar o raciocínio do senso comum dos jovens. Aprender ciências requer mais do que desafiar as idéias anteriores dos alunos mediante eventos discrepantes. Aprender ciências envolve a introdução das crianças e adolescentes a uma forma diferente de pensar sobre o mundo natural e de explicá-lo; tornando-se socializado, em maior ou menor grau, nas práticas da comunidade científica, com seus objetivos específicos, suas maneiras de ver o mundo e suas formas de dar suporte às assertivas do conhecimento” (Driver et al., 1999, p.36).

Assim, precisamos associar a prática de sala de aula com a atividade dos cientistas, pois é daí que os conceitos surgem; portanto vale dizer que juntamente com o surgimento de um conceito, surge também a aprendizagem do mesmo.

3. ENSINO POR INVESTIGAÇÃO:

Os cientistas raciocinam baseados em modelos causais, examinando situações para solucionar problemas, produzindo significados negociáveis e uma compreensão socialmente construída. (BROWN *et al.*, 1989, p.35 *apud* MUNFORD e LIMA, 2008).

O ensino de investigação é um processo de reconstrução orientada do conhecimento onde o aluno participa ativamente de seu próprio aprendizado (RODRIGUES e BORGES, 2008 *apud* OLIVEIRA, 2010).

Desde a década de 30 vemos estudos de historiadores na tentativa de elucidar como se dá a construção do conhecimento científico. Na década de 50 os filósofos inserem a ideia de que o conhecimento científico é afetado pelas visões teóricas do investigador (DUSCHL, 1994 *apud* OLIVEIRA 2010).

Schwab é o primeiro autor a utilizar o termo “ensino por investigação”. Sua proposta aborda a necessidade de se inserir nos currículos os processos para se chegar aos conhecimentos científicos, o chamado conhecimento sintático.

Como já citado anteriormente, o ensino por transmissão tem sido o mais praticado em salas de aula do Brasil. Este falha na contextualização, na inserção do aluno em sua própria realidade, quadro que influencia na motivação do aluno por aprender. Ausubel (1976) defende que sem motivação não há aprendizagem, pois é difícil se motivar com algo que não se aprende.

Uma ferramenta útil, que pode ser usada para atrair a atenção dos alunos é colocá-los como partícipes do processo de ensino ao qual são submetidos.

Os Estados Unidos foi o país pioneiro na inserção da proposta de Ensino por Investigação. No ano de 2000 foi criado o documento “Investigação e Parâmetro Curricular Nacional de Ciências: Um guia para o Ensino e Aprendizagem” que oferecia para os professores apoio para o desenvolvimento de estratégias e atividades investigativas. Este guia apontava linhas para o desenvolvimento de tais atividades indicando que o aluno deveria ser envolvido em atividades onde:

1. Engajem-se com perguntas de orientação científica;
2. Dêem prioridade às evidências ao responder questões;
3. Formulem explicações a partir de evidências;

4. Avaliem suas explicações à luz de outras alternativas, em particular as que refletem o conhecimento científico;
5. Comuniquem e justifiquem explicações propostas.

Este guia orienta que o uso de ensino por investigação deve ser utilizado para o ensino de conteúdos que sejam valorizados pelo método, cabendo ao professor esta avaliação (MUNFORD e LIMA, 2008). Uma abordagem investigativa em sala de aula tem como objetivo aproximar o mundo científico do mundo escolar, trazendo práticas inerentemente científicas para a escola, tornando a aprendizagem satisfatória.

O tema Ensino por Investigação é um tanto recente para os Pesquisadores em Educação, porem vários estudos vêm sendo realizados na aplicação do Ensino por investigação na escola. Trabalhos como os de Cañal, Pozuelos e Travé (2007), García Pérez (2000) , entre outros, consideram o Ensino por Investigação uma boa alternativa de método de Ensino á ser aplicado nas escolas (CAÑAL *et al*, 2006).

Bianchini, (2009) em sua dissertação de mestrado indica os pressupostos básicos do Ensino por Investigação:

O Ensino por Investigação tem como pressupostos básicos o seguinte corpo de trabalho: primeiro, os alunos devem sentir-se interessados em participar da investigação e, para isso ocorrer, é indicado iniciar a atividade com uma ou mais questões que sejam interessantes para os alunos; segundo, os aprendizes devem ter oportunidades em sala para poderem desenvolver uma das principais etapas da investigação, a elaboração das hipóteses para explicar o fenômeno observado/questionado; terceiro, deve ocorrer uma troca de ideias entre o corpo discente e o professor, que tem o papel de orientador (Bianchini, 2009 p.23).

Na formulação de hipóteses o aluno exercita sua cognição. E ao tentar propor outros métodos de comprovação da teoria estudada, possibilita o desenvolvimento da metacognição, organizando suas idéias, caso contrario o objetivo planejado para a aula se torna difícil de ser alcançado (BIANCHINI, 2011) (SUART e MARCONDES, 2008).

No ensino por investigação como defende Bianchini (2011) o aluno é agente da própria aprendizagem, por este motivo este precisa assumir o papel de pesquisador durante as aulas onde o método é aplicado, para que os resultados sejam satisfatórios. Assim, serão formados jovens com capacidade de utilizar a reflexão, e capazes de utilizar as capacidades adquiridas em suas atividades diárias que exijam uma capacidade de raciocínio mais apurada (BIANCHINI, 2009).

Para Cañal *et al* (2006), o ensino por investigação auxilia na formação de sujeitos com atitudes e capacidades que excedem as aquelas geradas por outros métodos de ensino, como autonomia, que possibilita o desenvolvimento da personalidade do aluno e aprendizagens significativas; a interdisciplinaridade que favorece o aprendizado ao se interligar outras áreas do saber. Outra capacidade que é apurada por esta proposta de ensino é a comunicação que auxilia os alunos em suas relações interpessoais e também na capacidade de defesa de suas ideias (CAÑAL *et al*, 2006).

Tais habilidades adquiridas com a proposta de ensino auxiliam os sujeitos a se tornarem cidadãos críticos transformadores de sua realidade, pois a formação de pessoas comunicativas, com a capacidade de interligar conhecimentos de diferentes áreas resulta em profissionais habilitados para a transformação do país (BIANCHINI, 2011).

Bianchini (2011), ainda apresenta em sua dissertação outros aspectos importantes favorecidos pela utilização da proposta de Ensino por Investigação indicados por Cañal *et al* (2006), tais como:

- a) potencializa indagação colaborativa, o trabalho em equipe e a unificação do currículo escolar;
- b) facilita o desenvolvimento profissional do professor e a aprendizagem funcional do aluno;
- c) trabalha com um currículo baseado no estudo de problemas que interessam a comunidade educativa (Bianchini, 2011 p.25).

Cañal, em seu trabalho de 1997, indica os passos sugeridos por Dewey para uma proposta de Ensino por Investigação, Dewey é um dos primeiros pesquisadores a considerar o método como efetivo para o Ensino. Os

pesquisadores atuais baseiam-se bastante nas ideias de Dewey, com propostas bem próximas a dele. Cañal (1997) expõe os passos considerados pelo pesquisador:

- a) Desenvolvimento de experiências a partir de problemas ou situações ou situações problema para os alunos;
- b) Delimitação e esclarecimento do problema, buscando explicações ou hipóteses;
- c) Coleta de dados em material bibliográfico ou realização de experimentos;
- d) Reelaboração de hipóteses originais;
- e) Aplicação e comprovação das ideias elaboradas (CAÑAL, 1997 *apud* BIANCHINI, 2011 p.26).

Assim, buscou-se apresentar algumas considerações que relatam as importantes contribuições que esta proposta pedagógica pode produzir em relação ao Ensino de Ciências nas escolas, fomentando a formação de cidadãos críticos. Dadas essas informações, considera-se neste trabalho a importância de estudos relativos a inserção do mesmo em salas de aula de ensino público no Brasil.

As pesquisas têm indicado também que o ensino por investigação é uma importante ferramenta para o desenvolvimento profissional dos professores (ZULIANI e HARTWIG, 2009). Por outro lado, percebe-se que ensinar usando a investigação atribui novas exigências aos professores como; o professor necessita se preparar mais para as aulas com enfoques investigativos atualizando e aprimorando o seu conhecimento; deve provocar no aluno uma inquietude pelo aprender. despertando a curiosidade em buscar as repostas para os problemas formulados e deve favorecer ao aluno o reconhecimento da possibilidade de transferência de conhecimentos a outras situações (ZULIANI, 2012).

As atividades de ensino de caráter também favorecem o desenvolvimento de habilidades argumentativas, se aplicadas em sala de aula. (BIANCHINI, 2011). Podemos analisar a eficácia de uma atividade de ensino ao avaliar o potencial destas atividades no desenvolvimento da argumentação em aulas de ciências.

4. ARGUMENTAÇÃO:

Diversos trabalhos têm levado em consideração o uso da argumentação em sala de aula como forma de possibilitar aos estudantes novas maneiras de conhecer a ciência. A grande maioria dos trabalhos desenvolvidos por Driver, Jimenez-Aleixandre, Duschl, Carvalho e Capecchi, entre outros, apontam muitos pontos favoráveis no desenvolvimento da argumentação, tais como a possibilidade de formação de cidadãos críticos, que saibam enfrentar problemas; a alfabetização científica; o desenvolvimento de responsabilidade e trabalho em grupo; o interesse pelos conhecimentos científicos, entre outros. Alguns trabalhos foram selecionados para este plano de discussão com intuito de referendar a pesquisa aqui proposta.

Segundo Erduran (2006), o termo argumento refere-se à essência das teorias, dados, justificações e backing (conhecimento básico) que contribuem para o conteúdo do argumento. Argumentação refere-se ao processo de associar aqueles componentes que desempenham um papel central na construção de explicações, modelos e teorias (Erduran, 2006 *apud* Bianchini, 2011).

Driver e colaboradores, (DRIVER , NEWTON e OSBORNE, 2000), pioneiros nos estudos relativos o tema, indicam que os argumentos podem ser retóricos, dialógicos, racionais e persuasivos: os primeiros são razões para convencer o auditório, e utilizam-se muitas vezes no ensino; os segundos examinam distintas alternativas e são os de maior interesse para a análise do discurso e para o ensino de ciências. Com os argumentos racionais, procura-se uma solução racional para um problema determinado, e com os persuasivos pretende-se chegar a um consenso.

Mendonça e Justi (2009) desenvolveram uma proposta de avaliação dos processos argumentativos em sala de aula com o objetivo de identificar o potencial do uso de analogias no seu desenvolvimento. Para as autoras existem algumas pesquisas que pretendem propiciar o desenvolvimento de habilidades argumentativas, mas falham nas avaliações de como elas se desenvolvem e se sofisticam.

Na opinião das autoras (MENDONÇA e JUSTI, 2009), isso ocorre porque os instrumentos utilizados para avaliar as habilidades se constituem a partir da aplicação, aos alunos, de questionários contendo questões duvidosas quanto a esse objetivo, pelo fato de serem fechadas e investigarem conhecimento declarativo. Em seu trabalho, apresentam um instrumento para examinar habilidades argumentativas que podem ser desenvolvidas no ensino de ciências e compõem os critérios de argumentos que podem ser utilizados em situações corriqueiras.

Para a proposição desse instrumento, Mendonça e Justi (2009) se fundamentaram em um protocolo de entrevista e nas definições propostas por Kuhn para a produção de um argumento retórico, dialógico, contra-argumento, teoria alternativa e refutação (Kuhn, 1991), no trabalho de Toulmin sobre os componentes do argumento (Toulmin, 1958) e na seleção de problemas científicos no material IDEAS, do trabalho de Osborne *et al* (2004).

Esta proposta de análise está apresentada no quadro 1. Mendonça e Justi (2009), em sua pesquisa, reconhecem que os argumentos que os alunos utilizam para tentar explicar um problema dificilmente será completo, com o sujeito sendo capaz de fazer relações entre dados, garantias, justificações e conclusão. Para que isso seja encontrado no argumento do aluno, o professor deve fazer perguntas específicas a fim de obter estes componentes empregados na elaboração do argumento.

Para exemplificar a situação, apresentamos um trecho extraído do texto citado. Mostrou-se aos alunos uma figura com dois bonecos de neve de mesma massa, um deles vestido com uma camiseta preta. Realizou-se a seguinte pergunta aos os alunos: "suponha que os dois bonecos de neve estejam em um mesmo local, qual deles você acha que irá "derreter" primeiro?" Segundo Mendonça e Justi (2009), nesse caso, espera-se que o estudante indique o boneco que julga derreter primeiro (A8).

A justificativa (A5), a fundamentação (A6) e/ou explicação (A7) para a escolha, deverão ser formuladas em resposta à segunda questão: "Por que você acha que o boneco indicado na questão anterior irá "derreter" primeiro?".

Nessa questão, o estudante deverá ser capaz de identificar provas e/ou dados (A3) e diferenciá-los de explicações (A4).

Caso ele responda que o de camiseta preta derrete primeiro, poderá suportar sua afirmativa a partir do dado “vestimenta preta”, visto que é esse fato que distingue um boneco do outro. Ademais, ele pode ser capaz de dizer por que a roupa preta é a responsável pelo derretimento do boneco, ao explicitar porque esse fator é o responsável pelo derretimento e, implicitamente, reconhecer que esta não é a explicação para o problema, pois é necessário pensar na questão da absorção da radiação solar de diferentes comprimentos de onda.

Quadro 1. Habilidades argumentativas que podem ser avaliadas pelo instrumento.

Competência Argumentativa	Habilidade Argumentativa	Código da Habilidade
Produzir e avaliar um argumento	Analisar criticamente	A 1
	Refletir acerca de evidências	A 2
	Identificar provas e/ou dados	A 3
	Diferenciar provas e/ou dados de causas e/ou Explicações	A 4
	Propor justificativas	A 5
	Fundamentar justificativas	A 6
	Elaborar explicações	A 7
	Formular enunciados: hipóteses e/ou conclusões	A 8
	Usar a linguagem da ciência	A 9
	Levantar as abrangências e limitações de hipóteses e/ou conclusões e/ou modelos	A 10
Oferecer um contra argumento	A 1 á A 10	
	Aceitar a possibilidade de seu argumento ser contestado	A 11
Propor uma ideia alternativa	A 1 á A 10	
	Aceitar a possibilidade de conviver com duas explicações e/ou modelos	A 12
Oferecer Refutação	A 1 á A 9	
	Reforçar o argumento inicial de modo a demonstrar que ele é mais correto	A 13

Fonte: Mendonça e Justi. 2009, p.8

As respostas formuladas pelos alunos estão intimamente relacionadas ao estímulo fornecido pelo professor. Assim, ao compreender sua responsabilidade no processo de desenvolvimento do aluno e levar em consideração esta compreensão, colocando-a em prática, o professor estará

favorecendo o desenvolvimento da argumentação em sala de aula, e consequentemente fomentando a aprendizagem dos alunos.

Foram utilizados nesta pesquisa os referenciais teóricos apresentados para analisar o desenvolvimento da argumentação em sala de aula a partir da intervenção do professor. Busca-se com isto, verificar se a proposta investigativa com o tema eletroquímica auxilia os alunos na produção de argumentos e se o método favorece a aprendizagem do tema abordado.

5. QUESTÃO DE PESQUISA

A intenção de pesquisa se volta então para o potencial das atividades investigativas na aprendizagem focando no desenvolvimento da argumentação dos alunos em uma sequência didática com base no conceito de oxi-redução.. Pretende-se focalizar a pesquisa na seguinte questão:

- É possível que ocorra aprendizagem de conceitos de eletroquímica e o desenvolvimento da argumentação de alunos, a partir de uma atividade investigativa?

No intuito de buscar respostas a estas questões, esta pesquisa se propõe à realização de aplicação de atividades investigativas com os alunos de ensino médio, gravadas em áudio e vídeo, no desenvolvimento da argumentação.

6. METODOLOGIA

Podemos classificar esta pesquisa, como uma pesquisa qualitativa com características de um estudo de caso. Segundo Yin (1994), o estudo de caso é adequado à pesquisa qualitativa, pois permite investigar os fenômenos no seu contexto de vida-real. Por este motivo as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não são claramente definidas e pode-se então utilizar múltiplas fontes de evidências.

O estudo de caso foca-se na descrição detalhada e na compreensão dos fatores relacionados a cada situação, não importando os números envolvidos (CHAVES e COUTINHO, 2002). Neste trabalho, escolheu-se como foco a interpretação que os sujeitos fazem da situação analisada, ressaltando a subjetividade e a flexibilidade para a condução da pesquisa (MOREIRA, 2004). O foco é direcionado para as diferentes possibilidades de interpretação das informações coletadas.

6.1 O MINICURSO ELABORADO E ESTUDADO: ELETROQUÍMICA

O interesse neste tema presente no currículo de química das escolas foi devido a uma dificuldade enfrentada por mim na compreensão dos conceitos inerentes a tal tema. Ao encontrar na literatura trabalhos que indicam que esta dificuldade é também enfrentada pela grande maioria dos alunos do ensino médio, optei por elaborar juntamente com minhas colegas de grupo um minicurso a ser ministrado na escola estadual Stela Machado de Bauru.

Entre os trabalhos sobre as dificuldades dos alunos na compreensão de eletroquímica podemos citar pesquisadores como Furió, Bueso, Mans, Sanger, Greenbowe, Caamaño, entre outros.

Freire, Silva e Júnior publicaram em 2011 um trabalho intitulado *‘Dificuldades de aprendizagem no ensino de eletroquímica segundo licenciandos de química’*. Neste trabalho os autores consideram as

contribuições dos pesquisadores citados acima e produzem um quadro (quadro 2) com as principais dificuldades apontadas por estes pesquisadores no ensino de eletroquímica.

Quadro 2: Dificuldades de aprendizagem e/ou concepções alternativas para o conteúdo de eletroquímica.

Conceitos químicos	Dificuldades de aprendizagem e/ou concepções alternativas
Oxidação-redução	A oxidação e a redução como intercâmbio de oxigênio e não como intercâmbio de elétrons (BUESO, FURIÓ e MANS, 1988)
	Os processos de oxidação e redução podem ocorrer independentemente (CAAMAÑO, 2007).
Pilhas	Identificar o anodo e o catodo (SANGER e GREENBOWE, 1997).
	Em uma pilha a ponte salina proporciona elétrons para completar o circuito (CAAMAÑO, 2007; SANGER e GREENBOWE, 1997, LIN et al, 2002).
Células eletrolíticas	A polaridade dos terminais não tem efeito no anodo e no catodo. Na superfície dos eletrodos inertes não ocorre nenhuma reação (CAAMAÑO, 2007)
	Não há relação entre a f.e.m de uma pilha e a magnitude da voltagem necessária para produzir eletrólise (CAAMAÑO, 2007, LIN et al, 2002).
	Não há relação entre o potencial da célula e a concentração dos íons (SANGER e GREENBOWE, 1997)

Fonte: (Freire, Júnior e Silva, 2011)

No mini curso elaborado, objetivou-se iniciar a abordagem investigativa com a discussão e execução de experimentos relacionados à oxidação e redução e logo depois incluir a definição de pilha, bem como seu funcionamento e a construção da pilha de Daniell. Depois da atividade já avançada, verificamos que precisaríamos de mais tempo para abordar todos os conceitos programados, portanto a atividade abordou conceitos de oxidação-redução e de modo introdutório apresentamos a pilha de Daniell, porém a discussão de seu funcionamento e aplicações seriam abordadas em outra atividade programada.

Portanto, o conceito químico que trabalhamos e objetivamos discutir e apresentar aos alunos é a oxirredução, bem como reconstruir os conceitos que os alunos apresentam do tema.

Bueso, Furió e Mans (1988), em seu trabalho expõem os resultados obtidos em sua pesquisa; realizada com alunos dos anos iniciais de uma Universidade em Barcelona, esses alunos tanto no nível fenomenológico como no nível conceitual, assumem que o processo de oxirredução envolve transferência de oxigênio.

Esta concepção alternativa referente ao processo de oxirredução, é equivocada, pois em reações de oxirredução a formação dos produtos provem da transferência de elétrons entre os reagentes. Este equívoco parece ocorrer devido ao fenômeno se assemelhar com o nome da substância oxigênio, fazendo com que os alunos associem as duas informações.

Tal dificuldade é enfrentada, como já relatado neste trabalho, pela maioria dos estudantes; assim na tentativa de desmistificar esta concepção e produzir uma sequência didática (Anexo A) que auxilie os professores e também sanem os problemas conceituais referentes a oxi-redução que este trabalho foi projetado.

6.2 SUJEITOS DE PESQUISA E COLETA DE DADOS

A pesquisa foi realizada parte na Escola Estadual Stela Machado localizado na cidade de Bauru, onde os sujeitos de pesquisa, alunos do 3º Ano do Ensino médio, cumprem suas atividades estudantis. As aulas investigativas foram ministradas na forma de mini-cursos, durante a Semana de Inclusão proposta pela disciplina Estágio Supervisionado em Ensino de Química I.

A coleta de dados para esta pesquisa foi realizada a partir de dois instrumentos: gravação em áudio e vídeo dos momentos de aplicação dos minicursos e registro diário das idéias discutidas no desenvolvimento das atividades propostas.

A utilização destes dois instrumentos de coleta tem por objetivo captar não somente as discussões orais e escritas, mas gestos e atitudes que fazem parte da discussão.

Na atividade investigativa foram propostos alguns experimentos com a intenção de que os alunos pudessem chegar a uma conclusão sobre tais

acontecimentos. Inicialmente foi proposto que os alunos introduzissem lâ de aço em uma solução de sulfato de cobre com concentração 1 Mol/L e após algum tempo fizessem a observação do ocorrido. O segundo experimento consistia na introdução de uma placa de zinco na mesma solução seguida da observação dos alunos após o tempo de reação. Finalizou-se a aula com a montagem da pilha de Daniell.

O objetivo final da abordagem investigativa foi de que os alunos chegassem à conclusão de que nestas reações ocorria transferência de elétrons (reação de oxi-redução) e por isso conseguíamos observar passagem de tensão entre os terminais da pilha de Daniell.

Os dados foram analisados a partir dos referenciais teóricos apresentados. Acompanhou-se a aplicação das atividades investigativas desenvolvidas com alunos de Ensino Médio, a fim de identificar seu potencial de produção de discurso argumentativo (CAPECCHI e CARVALHO, 2002; Jiménez-ALEIXANDRE, 2003 e 2004; DRIVER, NEWTON e OSBORNE, 2000), a qualidade da argumentação produzida a partir da mesma, através do uso e adaptação do instrumento elaborado por Mendonça e Justi (2009).

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A intervenção investigativa foi feita no colégio estadual Stela Machado de Bauru, durante um dia letivo com uma turma de terceiro ano do período noturno, cuja faixa etária estava entre 16 á 18 anos. A atividade estava vinculada à Semana de Inclusão proposta pela disciplina Estágio Supervisionado em Ensino de Química I, ministrada durante o primeiro semestre do quinto ano do curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual Paulista, Campus de Bauru, no ano de 2014.

O conteúdo escolhido para a aula investigativa foi eletroquímica, reações de oxi-redução e pilha de Daniell. Como já dito o objetivo da abordagem é que os alunos concluíssem que em reações de oxi-redução ocorre transferência de elétrons, podendo ser usada como fonte de energia para ligar aparelhos eletrônicos.

Iniciamos então com o experimento de lâ de aço em solução de sulfato de cobre $CuSO_4$, a reação que ocorre é apresentada na figura 1:

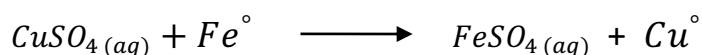


Figura 1: Reação entre o sulfato de cobre e a lâ de aço.

Foi entregue em cada grupo, um Becker contendo a solução de sulfato de cobre 1M e um pedaço de lâ de aço, logo após cada grupo mergulhou a lâ de aço na solução e alguns instantes depois, a mesma foi retirada da solução. Apresentamos no quadro 3 a discussão empreendida durante a aula a partir do questionamento do professor.:

Quadro 3: Análise dos argumentos dos professores e alunos segundo Mendonça e Justi (2009), trecho 1:

Argumentos	Classificação Mendonça e Justi (2009)
Professor: o que ocorreu com a lâ de aço?	Espera A8
Aluno A2: O Bombril® descoloriu.	A8
Aluno A3: O Bombril® enferrujou.	A8
Aluno A1: O Bombril® descoloriu.	A8
Aluno A4: O Bombril® enferrujou.	A8

Fonte: O autor.

Neste experimento, a lâ de aço fica encoberta por cobre metálico, que é avermelhado, ficando realmente com a aparência de um objeto que descoloriu. Usando a descrição dos alunos A3 e A4, vimos que eles identificaram o produto observado como ferrugem na lâ de aço, isso ocorreu devido a familiaridade do fenômeno com o cotidiano deles, pois a aparência de ferrugem e o cobre depositado sobre a lâ de aço são bastante semelhantes. Devido a este fato, podemos observar o quão necessário é aproximarmos a ciência da vivência dos alunos, pois os sujeitos da pesquisa identificaram no experimento algo que eles já haviam observado e caracterizado anteriormente.

Para eles, o termo “ferrugem” ou “enferrujar” é mais cotidiano e comum que o termo “oxidação do ferro”, porém este termo estava programado para ser usado como ponto chave para o próximo passo programado na sequência didática, mesmo sendo um argumento equivocado.

Nesta primeira abordagem pode-se notar que em todos os argumentos percebemos a formulações de enunciados característicos da análise argumentativa A8 segundo a abordagem de Mendonça e Justi (2009), sem formulações usando termos científicos ou com justificativas bem elaboradas, apenas afirmações; que foi o que professor esperava das respostas dos sujeitos da pesquisa, buscando os pressupostos a respeito da experiência de cada aluno.

Como chegamos ao termo “enferrujou”, uma nova pergunta, um pouco mais específica foi apresentada e é classificada no quadro 4:

Quadro 4: Análise dos argumentos segundo Mendonça e Justi (2009), trecho 2:

	Argumentos	Classificação Mendonça e Justi (2009)
1	Professor: o que é ferrugem?	Espera A8 e A9
2	Aluno A3: É perder a cor, ficar no sol.	A2
3	Aluno B3: O ferro fica velho e fica na água e fica mais assim.	A2
4	Professor: mas o que é a ferrugem?	Espera A8 e A9
5	Aluno B3: Sei lá, É a combustão do ferro?	A8, A9
6	Aluno B2: Quando o cachorro faz xixi no portão, o xixi do cachorro é ácido e o portão enferruja.	A2
7	Aluno B1: A oxidação do ferro. (Provável pesquisa no celular).	A8, A9

Fonte: O autor.

Nesta segunda pergunta o professor já buscava, além de formulação de enunciados (A8), o uso de termos científicos (A9) pelos sujeitos da pesquisa, correspondente a resposta esperada “oxidação de ferro”, podemos observar que nos argumentos 2, 3 e 6, os alunos descreveram as situações que envolvem ferrugem de objetos, sem mencionar o fenômeno químico que envolvia tal resultado. Retomamos então a afirmativa que menciona a necessidade de aproximar os conteúdos estudados da vivência dos alunos, pois a probabilidade de sucesso na aprendizagem é muito maior e torna o processo muito mais prazeroso e útil para os alunos.

Nos argumentos citados podemos observar a ocorrência de reflexão em torno de evidências que corresponde à classificação A2 do método de Mendonça e Justi (2009). Já nos argumentos 5 e 7, podemos observar a ocorrência da utilização de termos científicos pelos sujeitos da pesquisa (A9) e a formulação de enunciados (A8) atingindo o objetivo da questão.

Como os alunos chegaram ao termo “oxidação” pude prosseguir com o planejamento da aula. Na segunda experiência, trocamos o Bombril® pela placa de zinco e os alunos deveriam explicar o que ocorreu com a placa usando as afirmativas do primeiro experimento para auxiliá-los nas formulações dos argumentos. No presente experimento temos a ocorrência da reação apresentada na figura 2:

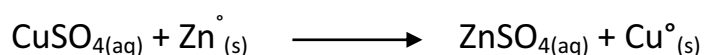


Figura 2: Reação entre sulfato de cobre com placa de zinco.

Portanto, o termo “ferrugem” é inadequado neste procedimento, pois não temos ferro em nossa reação. No quadro 5, apresentamos os argumentos recolhidos dos sujeitos da pesquisa para esta experiência, a partir do questionamento do professor.

Quadro 5: Análise dos argumentos segundo Mendonça e Justi (2009), trecho 3:

	Argumentos	Classificação Mendonça e Justi (2009)
8	Professor: O que aconteceu com a placa de zinco?	Espera A2 e A8
9	Aluno A2: Olha cara, enferruja na hora. Enferruja.	A8
10	Aluno B2: O ácido que enferruja.	A8, A2 e A5
11	Professor: Mas, aonde tem ácido neste experimento?	Espera A8
12	Aluno B2: O líquido.	A8
13	Professor: Esse líquido é um sal, não um ácido.	Espera A2, A4 e A5
14	Aluno A2: Vai enferrujar.	A8
15	Professor: Onde tem ferro aí?	Espera A2 e A4.
16	Aluno A2: Na placa.	A8
17	Professor: A placa é de zinco.	Espera A2, A4 e A5

Fonte: O autor.

Com a pergunta (8) o professor esperava que os alunos refletissem acerca das evidências (A2) e formulassem enunciados (A8). O que se pode observar nos argumentos 9, 10 e 14, onde os alunos retomam a conclusão da primeira experiência, afirmando enfaticamente “enferruja”. A intenção com a pergunta não era receber um argumento pronto e verdadeiro e sim fazê-los refletir acerca do resultado do experimento, pois suas afirmações eram enfáticas e definitivas: “enferruja”, porém o processo apresentado, não envolvia a existência do ferro (15).

Outro argumento retomado é o número 6, retomado no argumento 10, insistia-se que o experimento envolvia o uso de um ácido, tal argumento foi excluído depois da afirmativa 13 do professor, fazendo com que eles refletissem acerca daquilo que eles tinham como pressupostos quando os mesmos foram refutados.

Passamos então para o outro grupo com o mesmo questionamento cuja sequencia é apresentada no quadro 6:

Quadro 6: Análise dos argumentos dos professores e alunos segundo Mendonça e Justi (2009), trecho 4:

	Argumentos	Classificação Mendonça e Justi (2009)
18	Professor: O que aconteceu com a placa de zinco?	Espera A2 e A8
19	Aluno B1: Ele vai enfraquecendo as propriedades do zinco e aumentando a do cobre.	A2, A5 e A8
20	Aluno A1: Por que ficou Branco?	A3
21	Aluno B1: Já sei, já sei, o que deixava a solução azul era a partícula de cobre, a solução foi ficando branco porque as partículas de cobre foram deixando a solução.	A2, A3, A5 e A6.
22	Aluno C1: E o zinco?	A3
23	Aluno D1: O zinco absorveu todo cobre.	A8 e A2.
24	Aluno B1: O Cobre sai da solução azul e passa para a placa de zinco.	A8, A5 e A7.

Fonte: O autor.

Com a pergunta (18) esperava-se dos alunos que refletissem acerca das evidências (A2) e formassem enunciados (A8); com o argumento 19, podemos perceber que houve reflexão a partir de um fenômeno e formulação de enunciados, porém além disso podemos observar a proposta de justificativas (A5), quando o aluno diz “Ele vai enfraquecendo as propriedades do zinco e aumentando a do cobre”, estava dizendo com suas próprias palavras o fato do cobre ser depositado sobre a placa de zinco, como se o “cobre fosse mais forte” e assim sobressaísse ao zinco, depositando sobre ele.

O zinco é mais reativo que o cobre, por isso tem a tendência de oxidar, perdendo seus elétrons. A linha de raciocínio usada pelo aluno na formulação do argumento 19 está correta, porém lhe faltaram subsídios para formular um enunciado coerente.

Depois de alguns instantes, no argumento 20, a solução de sulfato de cobre, inicialmente azulada torna-se transparente. E no argumento 21, o aluno defende que as partículas de cobre, que deixam a solução azul, abandonam a solução e migram para a placa de zinco depositando-se nela. Tal argumento está correto e podemos observar que o aluno conseguiu a partir de uma evidência macroscópica, propor uma justificativa relativa a propriedades microscópicas do íon cobre presente na solução; este argumento revela uma capacidade cognitiva diferenciada que foi requerida na atividade à qual os sujeitos da pesquisa responderam muito bem.

Após, as transcrições acima, cada grupo opinou sobre o ocorrido no segundo experimento, a partir de um consenso entre todos, as hipóteses para o ocorrido no segundo experimento, são apresentadas no quadro 7:

Quadro 7: Análise dos argumentos segundo Mendonça e Justi (2009), trecho 5:

	Argumentos	Classificação Mendonça e Justi (2009)
25	Grupo 1: Descamou, sujou a solução.	A8
26	Grupo 2: Oxidou a placa.	A8 e A9
27	Grupo 3: O cobre que estava na solução foi para placa por oxidação.	A9 e A8
28	Grupo 4: Formou uma camada de sulfato de cobre e corroeu.	A8

Fonte: O autor.

Após o diálogo apresentado no quadro 6, cada grupo apresentou uma defesa formal do ocorrido com a placa na zinco, observamos que no argumento 26, o grupo utiliza de linguagem científica para defender sua hipótese; enquanto que no argumento 27, o grupo defende que o cobre migrou da solução e deslocou-se para a placa, mencionando a palavra oxidação sem justificar o que tornou o fenômeno possível. Neste ponto, o aluno está pronto para receber a informação de que o fenômeno ocorre por um processo de oxirredução que envolve transferências de elétrons entre os reagentes na formação dos produtos.

Apresentou-se aos alunos a pilha de Daniell através de um experimento demonstrativo: (os alunos observaram que ao retirar-se a ponte salina que não está ligada aos fios do multímetro, a passagem de energia cessa) e também explicou-se o funcionamento do multímetro utilizado para medir a quantidade de energia que circula entre os terminais da pilha de Daniell. No quadro 8 são apresentados os argumentos produzidos pelos alunos em discussão na busca de explicações para os fenômenos observados.

Quadro 8: Análise dos argumentos segundo Mendonça e Justi (2009), trecho 6:

	Argumentos	Classificação Mendonça e Justi (2009)
29	Aluno B2: Então, ó, eu acho que quando coloca (canudo de vidro) ele passa energia pelo vidro, deste para esse e aí eles reagem, é passa energia.	A2 e A5
30	Aluno C2: Não é energia, é o líquido que passa.	A2
31	Aluno B2: Então, mas esse aqui, ... é um canudo que está aqui.	A1
32	Professor: Mas os líquidos não estão se misturando, não tem mudança de cor.	Espera A8
33	Aluno B2: Não, não, não tem passagem de líquido só de energia.	A8, A2
34	Professor: Mas o multímetro não está no canudo e sim nas placas.	A2 e A8
35	Aluno C2: Mas as placas estão dentro dos líquidos.	A8 e A5
36	Aluno B2: A eletricidade deste líquido vem pra cá e a deste líquido vem pra cá, e reage na placa.	A5, A6
37	Aluno B2: porque se tira (canudo de vidro) e ele não dá nada (multímetro), não tá reagindo, não tem como ter ligação.	A1, A2
38	Aluno C2: O fio só está captando os elétrons.	A5
39	Professor: Da onde está saindo o elétron?	Espera A8 e A6
40	Aluno C2: Do líquido azul, quer dizer dos dois, mas o azul é mais forte.	A8

Fonte: O autor.

Antes de apresentar aos alunos a pilha de Daniell, apresentou-se o processo de oxi-redução como uma reação que envolve transferência de elétrons. A sequência didática e a apresentação usadas estão disponíveis nos anexos B e C deste trabalho.

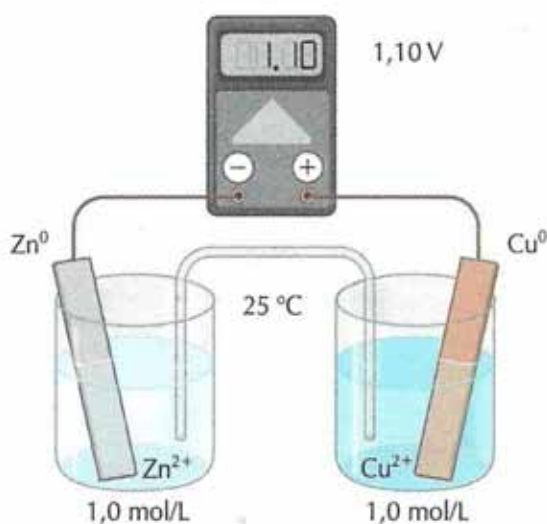
Através dos argumentos contidos no quadro 8, observamos que os alunos já se apropriaram do conceito de que processo que envolve a pilha de Daniell, fazendo com que haja passagem de corrente elétrica pelo multímetro. A transferência de elétrons é chamada por eles de energia, que é proveniente da reação na pilha.

Nos argumentos 29, 33 e 36 podemos observar isso. Os alunos argumentam que o que faz com que observemos corrente elétrica entre as placas, é a formação de energia proveniente da reação química entre os líquidos e as placas.

No argumento 37, o aluno expõe que depois da retirada da ponte salina há interrupção da passagem de energia porque “não tem como ter ligação” entre os dois recipientes.

Esta hipótese está em acordo com a teoria que envolve a pilha de Daniell, a ponte salina tem por objetivo permitir a migração de ânions, mantendo o fluxo eletrônico no circuito formado entre os dois recipientes contendo sulfato de cobre e sulfato de zinco, os recipientes possuem uma placa de cobre e uma de zinco respectivamente, como representado na figura 3:

Figura 3: Pilha de Daniell.



Fonte: http://www.eebfmazzola.pro.br/wiki/index.php/Arquivo:Eletrons_fluem.jpg acesso em 27/01/2015.

Já no argumento 40 gerado pela pergunta 39, vemos que o aluno tem a ideia de que os elétrons são gerados pelos líquidos em contato com os metais, transpondo o que observaram nos experimentos iniciais para a pilha de Daniell. Eles puderam relacionar o transporte de elétrons com as reações que ocorreram na pilha de Daniell para gerar a corrente elétrica observada no multímetro. Atribuo isto, ao fato de que os experimentos 1 e 2 deram novo sentido a reação de oxidação-redução, que antes era atribuída como ocasionada pela reação de uma substância com o oxigênio, para o sentido de que a reação de

oxi-redução envolve transferência de elétrons entre seus reagentes para a formação de produtos.

No argumento 36 é onde isto fica mais evidente, o aluno B2 argumenta: “A eletricidade deste líquido vem pra cá e a deste líquido vem pra cá, e reage na placa.”, neste trecho observa-se que o aluno defende o fato da reação depender da existência da eletricidade (fluxo de elétrons); este argumento é conveniente pois os elétrons migram da placa de zinco (ânodo) para a placa de cobre (cátodo) gerando o fluxo eletrônico da pilha de Daniell que pode ser observado com o auxílio do multímetro.

Novamente no argumento 40, pode-se observar que não existe uma certeza sobre qual recipiente está fornecendo os elétrons para o funcionamento da pilha, atribuo esta observação ao fato de que o conceito de potenciais padrão de redução ainda não foi trabalhado com a turma, seria o próximo tema de acordo com nossa sequência didática apresentada no Anexo A. Porém, a aula requereu mais tempo do que programado e precisávamos liberar os alunos, então seria necessário programar uma outra data para finalizar o conteúdo.

8. CONCLUSÃO

Usar o método investigativo como instrumento de ensino exige do professor mais atribuições que uma aula expositiva exigiria; pois ao invés de se preocupar com seu discurso, o professor deve atentar para o discurso de todos os alunos presentes e a partir deles traçar as próximas abordagens, experimentos, perguntas ou avaliações. Este método impede que 100% da sequência didática seja planejada anteriormente, pois a guia da aula são as questões geradas pelos alunos quando expostos a afirmações ou evidências, porém seu planejamento é mais trabalhoso e demanda mais tempo na aplicação em sala.

A proposta de ensino por investigação, apesar de trabalhosa para o professor torna-se interessante nas situações onde se exige uma maior abstração por parte dos alunos; no momento de inserção de um conteúdo novo, onde serão discutidos conceitos, aplicações, relações tecnológicas e ambientais ou em qualquer outro momento que o professor julgue importante a utilização do método.

Com a proposta didática para o ensino de eletroquímica, usando uma atividade investigativa como ferramenta de ensino, pudemos observar através dos argumentos colhidos durante aula, que os alunos conseguiram compreender os conceitos envolvidos em reações de oxi-redução. Tal compreensão se torna muito importante para o entendimento de muitos fenômenos químicos que observamos diariamente, além de fomentar a base para a introdução de conceitos inerentes à eletroquímica.

Como defende Bianchini (2011), e pudemos observar durante a aplicação da sequência didática descrita, a atividade investigativa privilegia a construção de argumentos que encaminham as compreensões dos alunos aos conceitos científicos, uma vez que fomenta o diálogo, a crítica, a refutação e a defesa de teses.

Os argumentos colhidos durante as atividades continham as concepções dos alunos a respeito dos conceitos discutidos e todas foram gravadas em áudio e vídeo como relatado no corpo deste trabalho. Com o favorecimento da argumentação pela atividade investigativa pudemos avaliar a aprendizagem vivenciada através das falas dos alunos. Pode-se notar que os alunos se

apropriaram do conceito de oxidação que envolve transferência de elétrons, assim, a atividade atingiu o objetivo, para que foi planejada, tornando-se eficaz para a introdução de conceitos eletroquímicos.

Desta forma, validamos a sequência didática elaborada neste trabalho para o conceito discutido, indicando que a mesma pode ser reproduzida, salvo especificidades da turma onde será aplicada, em outras salas da aula.

Como professora, qualifico a proposta como uma forma prazerosa e interessante para ensinar, atribuindo sentido para o momento de aula, pois, assim obtivemos a atenção dos alunos.

O retorno dos alunos também é excelente. Parece que o diálogo e trabalho em pequenos grupos favorece a discussão das ideias entre eles, que não estão habituados com esta realidade em sala de aula.

A intervenção do professor nesta proposta, é fundamental, pois através de suas perguntas e afirmações ele direciona os alunos para o foco da aula elaborada.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Trad. Eva Nick e outros. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, D.P. **Psicologia educativa: um ponto de vista cognoscitivo**. México Trilhas, 1976.

BIANCHINI, O ensino por investigação e os espaços para a argumentação de alunos e professores. 2011. **Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência)**— Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2011.

BIANCHINI, T. B. A Investigação Orientada como Estratégia para o Ensino de EletroQuímica. **Monografia**. Bauru: UNESP, 2008.

BUESO, A.; FURIÓ, C.; MANS, C. Interpretación de las reacciones de oxidaciónreducción por los estudiantes. Primeros resultados. Enseñanza de las ciencias, v. 6, n. 3, p. 244-250, 1988.

CAAMAÑO, A. La enseñanza y el aprendizaje de la química. In: JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. (Coord.) et al. Enseñar Ciencias. Barcelona: GRAÓ, 2007, p. 95- 118.

CAÑAL, P. L.; LLEDO, A. I. ; P OSUELOS, F. J. ; TRAVÉ, G. **Investigar en la escuela: elementos para una enseñanza alternativa**. Díada Editora: Sevilla, 1997.

CAPECCHI, M. C. V. M.; CARVALHO, A. M. P.; SILVA, D. "Relações entre o discurso do professor e a argumentação dos alunos em uma aula de física" **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Vol.2 , No 2 2002.

CARVALHO, A. de S. **Metodologia da entrevista: uma abordagem fenomenológica**. Rio de Janeiro: Agir, p.93 1987.

CHAVES, J.H.; COUTINHO, C.P.; "O estudo de casos na investigação em Tecnologia Educativa em Portugal" **Revista Portuguesa de Educação**, 2002, 15(1), pp. 221-243.

DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Science Education**, 84, p. 287-312, 2000.

DUSCHL, R. A. Más Allá Del Conocimiento: Los Desafíos Epistemológicos Y Sociales De La Enseñanza Mediante El Cambio Conceptual. **Enseñanza de Las Ciencias**, 13 (1), 3-14, 1995.

FREIRE, M. S; SILVA JÚNIOR, C. N; SILVA, M. L. Dificuldades de aprendizagem no ensino de eletroquímica segundo licenciandos de química. **Atas VIII ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. 2011.

HODSON, D. Redefining and reorienting practical work in school science. **School Science Review**, v. 73, n. 264: 65-78, 1992.

JIMENEZ-ALEIXANDRE, M. P., A argumentação sobre questões sócio-científicas: processos de construção e justificação do conhecimento na aula.

In: **V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Bauru, 2006.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.P.; DÍAZ DE BUSTAMANTE, J. Discurso de aula y argumentación en la classe de Ciencias: Cuestiones Teóricas y Metodológicas. **Ensenanza de las Ciencias**, 21 (3), p. 259-370, 2003.

KUHN, D. Science as argumenta Implications for teaching and learning scientific thinking. **Science Education**, 77, p. 319-337, 1993.

LIN, H. S. et al. Students' Difficulties in Learning Electrochemistry. Proceedings of the National Science Council, v. 12, n. 3, p. 100-105, 2002.

MARTINS, J.; BICUDO, Maria A.V. **A Pesquisa Qualitativa em Psicologia: Fundamentos e Recursos Básicos**. São Paulo: Moraes Editora, 1994.

MENDONÇA, P.C.C., & JUSTI, R. (2009). Favorecendo o aprendizado do modelo eletrostático: análise de um processo de ensino de ligação iônica fundamentado em modelagem - Parte I. **Educação Química**, 20, 282-293.

MOREIRA, D. A. **O método fenomenológico na pesquisa**. São Paulo: Pioneira Thomson, p.152, 2004.

OLIVEIRA, M.R. **Ensino por Investigação : Uma análise de diferentes propostas e modelos**. Tese (graduação) Universidade Estadual Paulista, Unesp, Faculdade de Ciências, 2010.

OSBORNE, J.; ERDURAN, S.; SIMON, S. Enhancing the Quality of Argumentation in School Science. **Journal Of Research In Science Teaching**, Vol. 41, N° 10, p. 994-1020, 2004.

MOREIRA, M.A; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa – a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes Ltda., 1981.

MUNFORD, D. LIMA, M.E.C.C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? Universidade Federal de Minas Gerais, **Pesquisa em educação em ciências**, vol 9, n 1, 2007.

PRAIA, J. F.; CACHAPUZ, A.F.C.; PÉREZ, D.G. Problema, Teoria e Observação em Ciência: Para uma reorientação epistemológica da educação em ciência. **Revista Ciência e Educação**, v.8, nº1, p.127-145, 2002.b

SANGER, M. J. e GREENBOWE, T. J. Common student misconceptions in electrochemistry: galvanic, electrolytic and concentration cells. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 34, n. 4, p. 377-398, 1997.

SCHNETZLER R.P; SANTOS, W.L.P. O que significa o ensino de química para formar o cidadão. **Revista Química nova na escola**, nº4, novembro de 1996.

SCHNETZLER, P.R. A Pesquisa no ensino de química e a importância da química nova na escola. **Revista Química Nova na escola**, nº20, novembro de 2004.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. Atividades experimentais investigativas: habilidades cognitivas manifestadas por alunos do Ensino Médio. **Anais ENEQ** 2008.

VIEIRA, F. A. da C. **Ensino por Investigação e Aprendizagem Significativa Crítica: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino**.

2012. 197 f. Tese (Doutorado) – Departamento de Educação, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2012.

TOULMIN, S. **The uses of argument**. Cambridge: Cambridge University Press, 1958.

YIN, Robert. **Case Study Research: Design and Methods** (2ª Ed) Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, 1994.

YONG, M . **Para que servem as escolas**. Educ. Soc., Campinas, vol. 28, n. 101, p. 1287-1302. 2007

ZULIANI, S. R. Q. A. **A investigação orientada como instrumento para o desenvolvimento de competências profissionais docentes**. Bauru: UNESP/ Faculdade de Ciências/ Departamento de Educação, 2012 (relatório Trienal de Pesquisa).

ZULIANI, S. R. Q. A; HARTVVIG, D. R. A influência dos processos que buscam a auto formação: uma leitura através da fenomenologia e da semicrítica social. **Ciência & Educação**, v. 15, n. 2, p. 359-82, 2009

ANEXOS

Anexo A - Plano de Aula

1. Tema

Eletroquímica.

2. Objetivo

- Que os alunos compreendam que oxidação não é apenas reação com o oxigênio e sim envolve transferência de elétrons que podem ser usados para ligar aparelhos eletrônicos.

3. Conteúdo

- Reações de oxirredução;
- Pilha de Daniell e
- Pilha de Limão.

4. Duração

A duração da abordagem esta proposta para 4 horas-aula.

5. Recursos

5.1 Data show;

5.2 Notebook;

5.3 Solução de sulfato de cobre 1M;

5.4 Placas de zinco;

5.5 Lã de aço;

5.6 Beckeres de 50 mL;

5.7 Limão;

5.8 Multímetro e

5.9 Calculadora.

6. Metodologia

A abordagem da aula é investigativa, portanto:

6.1 Iniciamos com o experimento usando solução de sulfato de cobre 1M e lâ de aço;

6.2 Depois, usando a mesma solução, trocamos a lâ de aço pela placa de zinco;

6.3 em cada procedimento experimental , os alunos terão espaço pra expor suas ideias e propor justificativas para os resultados apresentados em cada experimento;

6.4 Apresentaremos aos alunos uma pilha de Daniell, mostrando a capacidade de ligar aparelhos eletrônicos através da reação de oxirredução que ocorre nesta pilha e

6.5 Finalizamos com a montagem da pilha de limão.

7. Avaliação

Montagem da pilha de Limão seguida da explicação de seu funcionamento pelos alunos.

Eletroquímica: Pilha ou Célula Eletroquímica



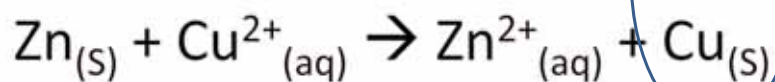
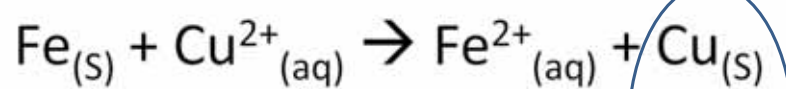
Experiência 1: Bombril em uma
solução de sulfato de cobre

O que aconteceu na experiência?

Experiência 2: Chapa de Zinco
em uma solução de sulfato de cobre

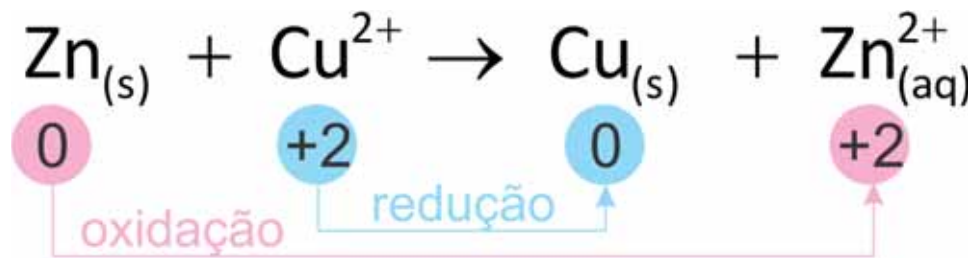
E agora? O que aconteceu ?

**OCORREU O DEPOSITO DE COBRE
QUE ESTAVA PRESENTE NA SOLUÇÃO
SOBRE O METAL**



Depositado
sobre o metal

Oxi - Redução



Oxidação	• Perda de elétrons; • O número de oxidação do elemento aumenta (pois ele perde elétrons).
Redução	• Ganho de elétrons; • O número de oxidação do elemento diminui (pois ele ganha elétrons, que são negativos).

Experiência 3: Pilha de Daniell

O que está acontecendo?

Pilha de Daniell: transformação de energia química em energia elétrica

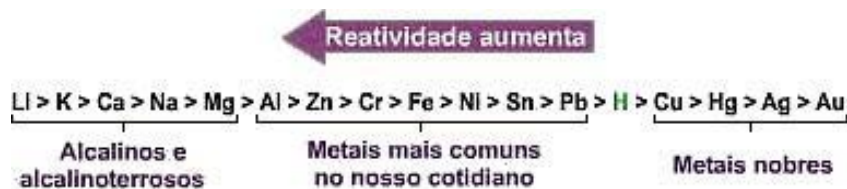


Semi-reação no ânodo: $\text{Zn}_{(s)} \longrightarrow \text{Zn}^{2+}_{(aq)} + \cancel{2e^-}$ (oxidação)

Semi-reação no cátodo: $\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + \cancel{2e^-} \longrightarrow \text{Cu}_{(s)}$ (redução)

Reação Global: $\text{Zn}_{(s)} + \text{Cu}^{2+}_{(aq)} \longrightarrow \text{Zn}^{2+}_{(aq)} + \text{Cu}_{(s)}$

Por que foi o zinco que oxidou?



O zinco é mais reativo e por isso tem maior tendência a sofrer a oxidação → maior facilidade de perder elétrons

Essa tendência de ganhar ou perder elétrons é chamada de

Potencial de redução (E^0)

O potencial de redução de uma pilha é medido em volts (V) e é determinado a partir da equação:

$$\Delta E^0 = E^0_{\text{maior}} - E^0_{\text{menor}}$$

$\Delta E^0 > 0 \rightarrow$ Reação espontânea $\rightarrow$ PILHA

Se os metais da pilha não tiverem potenciais de redução diferentes não existirá uma pilha $\rightarrow$ não ocorrerá transição de elétrons!

Oxidante	E^0_{red} (volts)
Li	-3,04
K	-2,94
Ba	-2,91
Ca	-2,87
Na	-2,71
Mg	-2,36
Al	-1,68
Zn	-0,76
Co	-0,28
Ni	-0,24
Pb	-0,13
H	0,00
Cu	0,34
Fe	0,77
Ag	0,80
Au	1,50

O H por convenção é igual a zero ←

Aumento da força redutora ↑

Calculo do ΔE^0 para a pilha de Daniell

Oxidante	E^0_{red} (volts)
Li	-3,04
K	-2,94
Ba	-2,91
Ca	-2,87
Na	-2,71
Mg	-2,36
Al	-1,68
Zn	-0,76
Co	-0,28
Ni	-0,24
Pb	-0,13
H	0,00
Cu	0,34
Fe	0,77
Ag	0,80
Au	1,50

Aumento da força redutora ↑

$$\Delta E^0 = E^0_{maior} - E^0_{menor}$$

$$\Delta E^0 = (0,34) - (-0,76)$$

$$\Delta E^0 = 1,10 \text{ V}$$

Experiência 4: pilha de limão

- ❖ Monte a pilha de limão
- ❖ Calcule o potencial de redução desta pilha
- ❖ Qual o papel do limão nesta pilha?

