

O USO DE SOFTWARE DE SIMULAÇÃO NO ENSINO DA ELETROQUÍMICA NA QUÍMICA DO ENSINO MÉDIO

Alexandre D'Emery da Silva Gomes¹

Resumo

Uma importante estratégia para favorecer a aprendizagem de química pelo aluno caracteriza-se pela concepção de práticas alternativas, atreladas ao uso pedagógico de software educativo, destacando-se o uso da simulação computacional, que, se metodologicamente embasada, poderá favorecer, junto aos alunos, a construção de conhecimentos científicos e apropriação de novos saberes e habilidades. Nesse contexto, o presente trabalho busca oferecer contribuições, concebendo-se uma prática pedagógica de ensino e aprendizagem colaborativa, incorporando o uso da simulação computacional de problemas em Eletroquímica.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa, metodologia, simulação, eletroquímica.

Abstract: THE USE OF SIMULATION SOFTWARE IN THE TEACHING OF ELECTROCHEMISTRY IN THE CHEMISTRY OF MIDDLE SCHOOL

An important strategy to favor a student's chemistry learning, is characterized by a conception of alternative practices, attached to the use of pedagogic educational software, highlighting the use of computer simulation, which, if methodologically based, may favor, together with students, a construction of scientific knowledge and the appropriation of new knowledge and skills. In this context, the present work aims to offer contributions, to conceive a pedagogical practice of teaching and collaborative learning, incorporating the use of computer simulation on Electrochemistry's issues.

Key words: Significant learning, methodology, simulation, electrochemistry.

¹ Licenciatura em Química pela Universidade Federal do Ceará, com Especialização (Lato Sensu) e Mestrado em Ensino de Química pela Universidade Federal do Ceará, professor da EEEP José Maria Falcão.

Resumen: EL USO DE SOFTWARE DE SIMULACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LA ELETROQUÍMICA EN LA QUÍMICA DE LA ENSEÑANZA MEDIO

Una importante estrategia para favorecer el aprendizaje de la química del alumno se caracteriza por la concepción de prácticas alternativas, vinculadas al uso pedagógico de software educativo, destacándose el uso de la simulación computacional, que, si metodológicamente basadas, podrá favorecer, junto a los alumnos, construcción de conocimientos científicos y apropiación de nuevos saberes y habilidades. En este contexto, el presente trabajo busca ofrecer contribuciones, concebiéndose una práctica pedagógica de enseñanza y aprendizaje colaborativa, incorporando el uso de la simulación computacional de problemas en Electroquímica.

Palabras clave: Aprendizaje significativo, metodología, simulación, electroquímica.

1. USO PEDAGÓGICO DE SOFTWARE PHET NAS PRÁTICAS DIDÁTICAS PARA AUXILIAR NA COAPRENDIZAGEM DA ELETROQUÍMICA

A disciplina de Química, no currículo escolar do Ensino Médio, aborda conteúdos muitas vezes considerados, por Professores e/ou alunos, de caráter complexo, que possam demandar estágios de alta abstração, para serem apropriados, resinificados e aprendidos, o que pode ocasionar eventuais dificuldades de aprendizagem junto aos alunos.

2. O EXPERIMENTNTO VIRTUAL

Diante de dificuldades apresentadas por parte dos estudantes em Físico-Química e especificamente com relação ao conteúdo sobre a Eletroquímica foi que o professor-pesquisador sentiu a necessidade de elaborar um trabalho que envolvesse o uso de instrumentos e abordagem metodológica no ensino da referida ciência e, para isso, procurou-se conceber e realizar um conjunto de sessões didáticas, junto a seus alunos do Ensino Médio, integrando-se pedagogicamente, ao uso de software educativo de simulação (PhET), para auxiliar o desenvolvimento da aprendizagem significativa e colaborativa de tal forma que pudesse cumprir com os seguintes pressupostos complementares:

- Identificar os conhecimentos prévios dos estudantes, com relação ao campo de conhecimentos da Eletroquímica e uso das TIC como ferramenta de estudo;
- Realizar sessões didáticas utilizando o software de modelagem PhET de forma presencial, para auxiliar o desenvolvimento da aprendizagem significativa e colaborativa dos alunos.
- Analisar, junto aos resultados e dados de campo observados nas sequências didáticas e, após a realização destas sequências didáticas, como o uso pedagógico de simuladores do PhET eventualmente possa haver contribuído para auxiliar o desenvolvimento da aprendizagem de conteúdos em Eletroquímica.
- Fazer uso da metodologia como estratégia pedagógica, a fim de procurar driblar determinadas lacunas existentes devidos os altos custos de manutenção dos Laboratórios de Química e a falta de equipamentos, reagentes e vidrarias.

3. METODOLOGIA

3.1. CONTEXTO E CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE DA PESQUISA DE CAMPO

A prática pedagógica da pesquisa foi desenvolvida na escola de Ensino Médio regular da rede pública do estado situado no município de Horizonte – Ceará, da qual o presente pesquisador-educador era professor, sempre trabalhando 40 horas semanais, com os alunos dos 2º e 3º anos.

3.2. FASES DE DESENVOLVIMENTO DA EXPERIMENTAÇÃO

A metodologia da pesquisa de campo adotada foi planejada para ser aplicada em dez encontros, sendo que cada encontro semanal consistiu de duas aulas, contabilizando assim um total de vinte aulas teóricas, de 50 minutos cada.

A carga horária da prática pedagógica da pesquisa, planejada e executada foi de 20h/a distribuídas em aulas expositivas no formato de dez encontros de duas aulas com 50(cinquenta) minutos; ao final desses encontros, foram realizadas as sequências didáticas de experimentação com os simuladores computacionais da montagem da pilha de Daniel e da eletrólise do níquel no ferro.

3.3. ETAPA PRELIMINAR

Nesta fase, aplicamos dois questionários denominados: questionários sobre o perfil e acessibilidade; questionário de conhecimentos prévios.

Questionário II sobre conhecimentos prévios em eletroquímica

Nesta fase procurou-se fazer a análise dos conhecimentos prévios dos alunos, utilizando-se instrumentos de coleta de dados, caracterizados pelos questionários. De posse desses resultados podemos traçar estratégias na construção da metodologia a qual se inclui as seções didáticas.

Segue abaixo as questões referentes às atividades de campo. A análise dos conhecimentos prévios fora efetivada a partir dos dados coletados no questionário II, denominados “Questionário de Conhecimento do Ensino de Química e Conhecimentos prévios em Eletroquímica”.

Ver questões:

Noções Primárias sobre a Natureza Elétrica da Matéria e a Eletricidade (Questão 01).

Na questão 01 fora perguntado se o aluno teria condições de responder sobre o que seria, para ele, a Eletricidade?

Noções primárias sobre Pilhas e Baterias (Questão 02).

Nesse item foi perguntado como estes acreditavam que seria o funcionamento das pilhas e baterias?

Produção de Energia e a Matéria (Questão 03).

Você acha que existe alguma relação entre as pilhas e a Química?

Pesquisa, Desenvolvimento e Tecnologia (Questão 04).

Qual a importância do estudo e desenvolvimento da eletricidade, pilhas e baterias?

Noções Fenomenológicas sobre os Desgastes de Materiais e a Produção da Energia em Pilhas e Baterias (questão 05).

Foi perguntado: em sua opinião, porque as pilhas e as baterias deixam de funcionar? Explique sua resposta.

Nas questões de 06 a 10, do questionário II, foram pensadas e construídas com o auxílio de imagens que se relacionam com os seus enunciados, com o intuito de estimular a percepção e estimular os conhecimentos prévios dos estudantes, em contato com o subunçor específico às suas vivências. Logo abaixo representada na figura 01, encontra-se no interior de caixas de diálogos e cada caixa de diálogo está associada uma figura relativa ao tema abordado na questão como é o caso a seguir sobre a oxidação dos metais na questão seis que compreende a figura 01.

Figura 01 - Questão 06 do questionário II intitulado "Questionário de Conhecimento do Ensino e Química e Conhecimentos prévios em Eletroquímica", visão indutiva das ações por intempéries sobre os materiais. (Imagem cedida por: Jennifer Rocha Vargas Fogaça em Oxirredução)



Fonte: Item elaborado pelo professor – pesquisador

A Maresia presente em regiões litorâneas desgasta mais rapidamente os objetos de metais, como postes, corrimão, com uma velocidade surpreendente. Para quem não conhece, se trata daquela névoa fina e úmida que paira sobre as cidades do litoral. Como isso é possível?

Em algumas atividades desempenhadas na cozinha, realiza-se ações em que há reações oxidativas em alimentos e determinados materiais. E uma técnica muito usada é fazer uso do suco de laranja a fim de evitar o escurecimento da maçã então de que forma o suco de laranja evita o escurecimento da maçã? Segue o embasamento relativo à questão sete do questionário II, na figura 02.

Figura 02 - Percepção da ação oxidativa de uma substância sobre outra, questão 07 (Foto de Stock: Maçã verde mordida isolado no fundo branco).



Fonte: Elaborado pelo professor-pesquisador

Apesar de não causar mal à saúde, a formação da melanina vegetal afeta o gosto e a aparência do alimento. Uma salada de frutas toda marrom não estimula o apetite, não é? Felizmente, existem truques bem simples que podem evitar o escurecimento da sala e de determinadas frutas.

A vitamina C (ácido ascórbico), está presente no suco de laranja. Quando colocamos o suco de laranja sobre uma maçã, esta não sofre escurecimento, o que aconteceria se a maçã estivesse sozinha exposta ao ar. Por que você acha que isso ocorreria? Explique sua resposta.

A seguir é apresentado ao lado da figura 03 na caixa de texto a contextualização e as orientações com relação a este item, expressos na questão 08 do questionário II que é intitulado, questionário de conhecimentos prévios.

Figura 03 - Ação da Luz sobre os materiais e substâncias. (Imagem: FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. "Reação química envolvida na fotossíntese").



Fonte: Elaborado pelo professor-pesquisador

A **Fotossíntese** realizada pelas plantas, algas e algumas espécies de bactérias, na fotossíntese, a água e o gás carbônico (dióxido de carbono – CO₂) reagem na presença de luz para a produção de moléculas orgânicas (estruturas que contêm o carbono como elemento principal).

Um exemplo de molécula orgânica produzida é a glicose (C₆H₁₂O₆). Na sua visão, o que possibilita a ocorrência desse fenômeno?

Na figura 04 há o mecanismo reacional da produção da Glicose pela Fotossíntese.

Figura 04 - Mecanismo reacional da produção da Glicose pela Fotossíntese.



Esquema geral da fotossíntese. Mecanismo utilizado no primeiro ano do ensino médio.

Imagem: (FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. "Reação química envolvida na fotossíntese")

Os próximos questionamentos serão sobre a questão 09 do questionário II, e sobre este segue ao lado da figura 05 na caixa de texto a pergunta sobre a ação alvejante e os processos oxidativos.

Figura 05 - Percepções sobre a Ação Alvejante e os Processos Oxidativos. Item relativo a questão 09 (Imagem cedida por: SOUZA, LÍRIA ALVES DE "Ação oxidante dos alvejantes").



Fonte: Item elaborado pelo professor-pesquisador

Os alvejantes mais usados são constituídos de cloro (Cl_2), hipocloritos (ClO^-) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2). Todas essas substâncias atuam como branqueadores.

As cores são vistas por meio do movimento dos elétrons, que saltam entre as camadas de energia nos átomos. Assim, os alvejantes, retiram esses elétrons, e a cor do tecido "desaparece" causando manchas em roupas coloridas. Você sabe por que esses elétrons são removidos?

Por meio da ação de determinadas substâncias consegue-se retirar as manchas de roupas, essas substâncias são os alvejantes que são excelentes agentes oxidantes. Esses agentes oxidantes retiram os elétrons responsáveis pela emissão das cores das roupas.

Esse fenômeno ocorre quando os elétrons absorverem energia não visível e tornam-se excitados e ao retornar para o seu estado fundamental, liberam essa mesma energia agora no visível na forma das cores monocromáticas. O mecanismo está demonstrado no modelo esquemático da figura 06 abaixo:



Fonte: LUIS, A. Explicação em Bohr para o teste da chama. Infoescola.com. 2016. Modelo utilizado no primeiro ano do ensino médio.

A figura 07, logo a seguir, refere-se à questão dez. Ao lado da figura há a contextualização na caixa de texto sobre o revestimento de metais.

Figura 07 - Revestimento de Metais. Questão 10.



Fonte: Item elaborado pelo professor-pesquisador (Foto cedida por: Aleksey Zhagunov / Shutterstock.com).

A **cromagem** ou **cromação** é um processo de aplicação de cromo sobre um material, geralmente metálico, através de eletrodeposição (processo eletrolítico de revestimento de superfícies com metais) a fim de torná-lo mais resistente à corrosão, para alterar suas características elétricas ou apenas por motivos estéticos.

Também é possível revestir peças de materiais não metálicos, como bijuterias e joias através de processos específicos. Você sabe como isso é possível?

Sessão Didática 1 - A construção da célula galvânica

A seguir é apresentado um descritivo pedagógico das atividades de aprendizagem que foram operacionalizadas colaborativamente pelas equipes de alunos, que estão relacionadas à sessão didática 1 (um) correspondente à prática pedagógica de aprendizagem de eletroquímica, onde se faz o uso do simulador PhET: A Construção da Célula Galvânica.

O simulador mostrado na figura 08 a seguir, permite a montagem de pilhas com os eletrodos de prata, cobre e zinco em solução 1 molar (M) bem como, possui o recurso para determinar o potencial de redução do cobre, o potencial de oxidação da prata e do zinco com o eletrodo-padrão de hidrogênio.



Figura 08 - Simulador da célula galvânica
 Fonte: PhET - Interactive Simulations_ University of Colorado Boulder.

Nesta pratica foram elaboradas um roteiro com quatro questões contendo as orientações e procedimentos para as tomadas de decisões no decorrer da prática que são:

OBJETIVO DA PRÁTICA

- Montar uma célula eletrolítica, identificar o agente redutor e oxidante;
- Determinar o sentido da corrente elétrica; o fluxo de elétrons e o potencial gerado na pilha eletrolítica;

QUESTÕES DA PRÁTICA

01. Vá ao simulador de Células Galvânicas lá no site Ciência Interativa, escolha os elétrodos e as soluções de sua célula e anote quais os elétrodos e as soluções escolhidas. São apresentadas as respostas de alguns discentes sobre esse questionamento:

02. Uma vez montada a célula acione o interruptor do sistema e observe a reação que ocorre no mesmo. Determine quem está se oxidando e se reduzindo; quem é o ânodo e o cátodo, o agente oxidante e redutor?

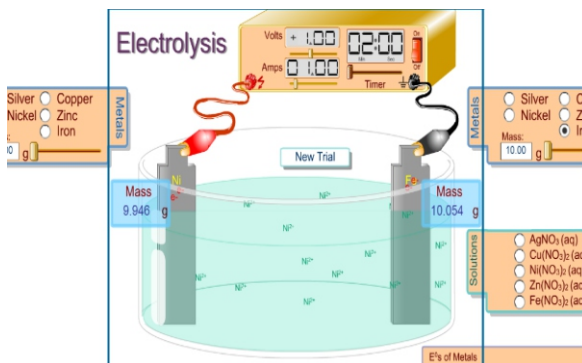
03. Nesse experimento qual o sentido dos elétrons? E o sentido convencional da corrente elétrica?

04. Qual a potência gerada por sua pilha? Em sua opinião esse processo é espontâneo ou não? Por quê?

Sequência Didática 2 - Simulação da Eletrólise de Metais em Meio Aquoso

A segunda prática consistiu na segunda sequência didática com o uso do simulador sobre a eletrodeposição do níquel sobre o ferro. Este objeto de simulação do PhET foi selecionado por possibilitar uma interação maior objetivando auxiliar nos processos de ensino e de aprendizagem sobre a eletrolise de metais em meio aquoso.

Figura 09 - simulador da eletrodeposição de metais em meio aquoso (Fonte_ PhET- Interactive Simulations_ University of Colorado Boulde.).



Fonte: PhET- Interactive Simulations University of Colorado Boulde.

Este instrumental em comparação com a Célula Galvânica, possui mais elementos de interações e variáveis, tais como a massa inicial de cada eletrodo, controlada em gramas; é possível verificar a deposição nos eletrodos, há o controle da corrente elétrica que pode ser utilizado de 0,5A a 5A, Pode-se exercer o controle da voltagem de 0,2V a 2V e o tempo que se processa o experimento de 5 minutos a 30 minutos; há na base inferior do simulador uma tabela de Potencial de Redução (E°) dos metais utilizado no mesmo e a partir dessa tabela pode-se prever a força da oxidação ou a força da redução desses metais. Vejamos então o objetivo da prática e as questões que orientam os procedimentos de execução da prática.

OBJETIVO DA PRÁTICA

- Montar uma célula eletrolítica e realizar a eletrodeposição de um determinado metal sobre o outro por meio da corrente elétrica.
- Testar o raciocínio indutivo e a lógica teórica em um experimento eletroquímico.

QUESTÕES DA PRÁTICA

1. Vamos niquela o ferro? Vá ao ambiente virtual e coloque o níquel e o ferro como eletrodo e escolha a solução de nitrato de níquel. Utilize 1,0 ampère, 1 volt e o tempo de 5 minutos. Observe o que acontece e anote.
2. Repetindo o experimento anterior, altere apenas a corrente elétrica para 2 ampère do Verifique o que acontece com a massa depositada após duplicarmos a corrente elétrica e correlacione com o resultado anterior.
3. Mantendo todas as variáveis do experimento anterior e duplicando o tempo, verifique e anote seu resultado final.
4. De acordo com o que foi verificado nos experimentos da niquelação do ferro, o que podemos concluir com relação às duas variáveis aqui trabalhadas?

Então, ao dar início a prática, procurou-se executar a questão 01, onde está determina que nesse momento os alunos devam montar a cela eletrolítica com o eletrodo de níquel e o eletrodo de ferro, usar a solução de nitrato de níquel, escolher a corrente de um ampere, a voltagem de um volt e o tempo de 5 minutos. Ligar o circuito, observar e anotar o que ocorre. A seguir são apresentadas as respostas dos discentes a este tema:

O experimento foi repetido mantendo constante todas as variáveis, exceto a corrente que teve seu valor alterado de um ampère para dois ampères e aí se iniciou o debate sobre "Qual a influência da corrente elétrica no efeito da niquelação do ferro?" Vejamos, então, algumas conclusões coletadas nas anotações de alguns alunos sobre o inquerido acima:

Grupo 01 _ Aluna A: Com o dobro da corrente elétrica também dobrou a massa depositada sobre o ferro.

Grupo 04_ Aluno B: Após a duplicação da corrente elétrica houve a duplicação de depósito de massa no ferro, de 0,09g para 0,18g.

Em seguida os alunos realizaram o procedimento da questão 03 a qual determina que se repita todos os procedimentos do item anterior, mantendo constante a voltagem (1 Volts), a corrente elétrica em 2 ampère, e duplicando apenas a variável tempo para dez minutos. Neste momento, o professor observou que todos, nessa fase, verificaram que ao dobrarmos a corrente e o tempo do experimento, a massa depositada do níquel era quadriplicada, ou seja, a massa saía de 0,09g para 0,36g no bastão de ferro e percebeu-se o quanto ficaram maravilhados em poder visualizar o efeito direto da corrente e o do tempo de execução do experimento no resultado final.

A última questão, a questão quatro, pede que de acordo com o que foi observado ao longo da prática de niquelação do ferro, o aluno transcreva suas conclusões sobre a relação entre a massa de níquel depositada, a variação da corrente elétrica e o tempo de realização da mesma. Veja resposta sobre o referido questionamento:

Grupo 02 _ Aluna A: O níquel se oxidou e perdeu elétrons de um lado e recebeu do outro lado e se depositou no ferro. Foi notado que o eletrodo de ferro sofreu aumento de massa que é o níquel reduzido. Níquel se oxidou e foi para o meio aquoso em forma de cátion.

Grupo 02 _ Aluna B: O níquel se oxida para o ferro e perde 0,09g de massa e sendo depositada no ferro.

Questionário III, referente às sessões didáticas: respostas relativas as práticas de eletroquímica realizadas com o uso do simulador PhET e mudanças de concepções e visão pedagógica dos alunos.

Após a realização das duas sequências didáticas com os alunos pesquisados, coletou-se, por meio da aplicação do Questionário III, intitulado “Sequências Didáticas: análise das práticas de eletroquímica realizadas com o uso do simulador PhET e mudanças de visão pedagógica dos alunos”.

Na questão 1 (um), do Questionário III, perguntamos aos alunos participantes do projeto; referente às sequências didáticas: como forma de auxílio pedagógico ao desenvolvimento do estudo colaborativo da Eletroquímica, o que você achou do uso de ferramentas tais como: Power point, suporte ao aluno com o uso do site online, e os softwares de simulação computacional?

Na Questão 2 (dois) do Questionário III, perguntou-se de que modo essas estratégias haviam contribuído para facilitar o desenvolvimento da aprendizagem de forma colaborativa nesse universo da Química?

Aluno A: O uso dos simuladores ajudou a fixar e completar o conteúdo dado na sala de aula que é a parte teórica, onde muitas vezes não dá para entendermos tudo e com o simulador além de completar ainda é uma forma diferente de ensino.

A Questão três (3) do Questionário 3, foca questionamentos referentes à utilização e realização das práticas colaborativas com os simuladores computacionais que contextualizavam a montagem e funcionamento da célula galvânica e da célula eletrolítica.

Com relação a questão 4 fora perguntado o seguinte: “você acha que seria interessante ou não, utilizar conjuntamente o simulador, inter-relacionado à realização do experimento real em laboratório, no sentido de facilitar a aprendizagem colaborativa? Justifique sua resposta”.

Quanto à última questão do Questionário III, de número 5, intitulada “Você recomendaria o uso da simulação virtual em substituição ao experimento real, a fim de sanar uma possível precariedade, defeito e/ou carência de equipamentos existentes nos laboratórios em ciências? Vejamos as respostas de alguns alunos.

Aluna E: Sim, pois mesmo faltando esses equipamentos hoje todos nós temos acesso à internet e poderíamos usar a simulação virtual. Muitos acham a Química superdifícil, mas no meu ponto de vista com esse projeto e com as simulações virtuais melhorou bastante.

Aluno F: Assim pelo que vimos o uso virtual é bem interessante, pois se vê que não temos investimentos para fazer tais experimentos então os simuladores saem mais barato que os simuladores virtuais. Mas se houvesse investimentos, em minha opinião seria show se tivesse os simuladores e as experiências reais.

CONCLUSÕES

Ao haver realizado, através das 3 etapas propostas, a pesquisa de campo e a coleta de dados junto aos alunos, conclui-se que, o uso de simuladores contribuiu para promover e auxiliar o desenvolvimento da aprendizagem colaborativa, e apropriação de novos saberes pedagógicos e tecnológicos, no campo do estudo da Eletroquímica. Desta maneira, emergiram evidências que houve **uma mudança de percepção e visão pedagógica dos discentes e do presente Educador-pesquisador.**

Em termos das trajetórias percorridas pelos estudantes, foi possível ao presente Educador-pesquisador acompanhar o transcurso de suas ações colaborativas, que foram iniciadas desde o mapeamento de seus conhecimentos prévios de Eletroquímica e o início da revisão do conteúdo

teórico. Em seguida, foram observadas como, progressivamente, os educandos se apropriavam de novas percepções, durante o decorrer de suas ações, voltadas à realização das práticas pedagógicas, estas, mediadas pelo Educador-pesquisador.

Desta forma, emergiram evidências preliminares que levaram a concluir que a pesquisa permitiu, ao logo de todo o processo, conceber e realizar uma interação no uso operacional e pedagógico do computador durante as sequências didáticas, no contexto do universo da Química, mais especificamente no estudo da Eletroquímica.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL no PISA 2015. **Análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros**. Disponível: http://Inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2015/pisa2015 Acesso: 23 de Fevereiro de 2017. (PISA, 2015).

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade. Brasília: Coleção: Trabalhando com a Educação de Jovens. 2006. (Brasil, 2006).

DURKAHEIM, E. **Educação e Sociologia**. 3a ed. São Paulo-SP: Melhoramentos, 1953 (DURKAHEIM, 1953).
FOTO DE STOCK: Maçã verde mordida isolado no fundo branco. Disponível: <<https://pt.dreamstime.com/foto-de-stock-ma-verde-mordida-isolada-no-fundo-branco-image48550185>> Acessado em 20/01/2017. (STOCK, maçã verde - imagem).

FOTO DE STOCK: **Maçã verde mordida isolado no fundo branco**. Disponível: <<https://pt.dreamstime.com/foto-de-stock-ma-verde-mordida-isolada-no-fundo-branco-image48550185>> Acessado em 20/01/2017. (STOCK, maçã verde - imagem).

FOGAÇA, J. R. V. **Corrosões dos metais**. Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/corrosao-dos-metais.htm>> Acessado em: 20/01/2017. (oxirredução de metais - imagem).

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. **"Reação química envolvida na fotossíntese"**; Brasil Escola. Disponível em <<http://brasilescola.uol.com.br/quimica/reacao-quimica-envolvida-na-fotossintese.htm>>. Acesso em 21 de janeiro de 2017. (FOGAÇA, JENNIFER ROCHA, fotossíntese-imagem).

LUIS, A. Explicação em Bohr para o teste da chama. Infoescola.com. 2016. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/quimica/explicacao-em-bohr-para-o-teste-da-chama/>> Acessado em: 06/012/2016 (Figura – Explicação do salto quântico - Borh).

Peso de haltere cromado sobre fundo branco – imagens de bancos de imagens <https://br.depositphotos.com/14403357/stock-photo-chromed-dumbbell-weight-over-white.html> Acessado em: 06/12/2016 (Peso Halteres Cromado – Imagem).

PIAGET, J. A Epistemologia Genética, Editora Vozes – Petrópolis, RJ – 1972. (PIGET, 1972) QUESMISTRY EDUCATION TECHNOLOGY. PhET Interactive Simulations. Universidade do Colorado. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/. Acesso em 9 jan. 2017. (Simuladores PhET).

SANTOS, W.L. **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia- Sociedade) no contexto da educação brasileira**. Ensaio – pesquisa em educação em ciências. Vol 02. Número 02 – 2002. (SANTOS, 2002).

SOUZA, Líria Alves de. **"Ação oxidante dos alvejantes"**; Brasil Escola. Disponível em <<http://brasilescola.uol.com.br/quimica/acao-oxidante-dos-alvejantes.htm>>. Acesso em 21 de janeiro de 2017 (SOUZA, A. Ação Oxidante dos Alvejantes – imagem).