

ANO
2018

LUIZA PIRES RIBEIRO MARTINS | PROJETO SALA DE AULA INVERTIDA DE QUÍMICA:
uma proposta de sequência didática sobre Equilíbrio Químico



UDESC

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS, MATEMÁTICA E
TECNOLOGIAS

Este material de apoio ao professor apresenta uma Sequência Didática sobre propriedades de ácidos e bases e introdução ao Equilíbrio Químico baseada na metodologia de ensino da Sala de Aula Invertida. A Sequência Didática foi resultado de uma pesquisa de mestrado, com o objetivo de verificar a aplicabilidade da Sala de Aula Invertida para turmas de Química do Ensino Médio. Propõe-se a aplicação da metodologia da SAI através de 5 vídeos e atividades, como experimentos, um jogo e uma simulação. A Sequência Didática e o modelo da Sala de Aula Invertida podem ser adaptados conforme a realidade da escola do professor. E também são apresentadas dicas de como o professor pode gravar seus próprios vídeos.

Orientador: Maria da Graça Moraes Braga Martin

Joinville, 2018

PRODUTO EDUCACIONAL

**PROJETO SALA DE AULA
INVERTIDA DE QUÍMICA: uma
proposta de sequência didática
sobre Equilíbrio Químico**

LUIZA PIRES RIBEIRO MARTINS

JOINVILLE, 2018

LUIZA PIRES RIBEIRO MARTINS

**PROJETO SALA DE AULA INVERTIDA DE QUÍMICA:
UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE EQUILÍBRIO QUÍMICO**

Produto educacional apresentado ao Programa De Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias do Centro de Ciências Tecnológicas da Universidade do Estado de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências, Matemática e suas Tecnologias.

Orientadora: Profa. Dra. Maria da Graça Moraes Braga Martin

**JOINVILLE, SC
2018**

Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA

Programa: ENSINO DE CIÊNCIAS, MATEMÁTICA E TECNOLOGIAS

Nível: MESTRADO PROFISSIONAL

Área de Concentração: Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias.

Linha de Pesquisa: Ensino, Aprendizagem e Formação de Professores

Título: Projeto Sala de Aula Invertida de Química: uma proposta de sequência didática sobre Equilíbrio Químico

Autor: Luiza Pires Ribeiro Martins

Orientador: Maria da Graça Moraes Braga Martin

Data: 2018/01

Produto Educacional: Sequência Didática

Nível de ensino: Ensino Médio.

Área de Conhecimento: Química

Tema: Propriedades de ácidos e bases e introdução ao Equilíbrio Químico

Descrição do Produto Educacional:

Este material de apoio ao professor apresenta uma Sequência Didática sobre propriedades de ácidos e bases e introdução ao Equilíbrio Químico baseada na metodologia de ensino da Sala de Aula Invertida. A Sequência Didática foi resultado de uma pesquisa de mestrado, com o objetivo de verificar a aplicabilidade da Sala de Aula Invertida para turmas de Química do Ensino Médio. Propõe-se a aplicação da metodologia da SAI através de 5 vídeos e atividades, como experimentos, um jogo e uma simulação. A Sequência Didática e o modelo da Sala de Aula Invertida podem ser adaptados conforme a realidade da escola do professor. E também são apresentadas dicas de como o professor pode gravar seus próprios vídeos.

Biblioteca Universitária UDESC: <http://www.udesc.br/bibliotecauniversitaria>

Publicação Associada: [Sala de Aula Invertida no Ensino de Química: uma proposta de sequência didática sobre Equilíbrio Químico]

URL: <http://www.cct.udesc.br>

Arquivo	*Descrição	Formato
0001819.pdf	Texto completo	Adobe PDF

Licença de uso: O autor é titular dos direitos autorais dos documentos disponíveis e é vedada, nos termos da lei, a comercialização de qualquer espécie sem sua autorização prévia (Lei nº 12.853, de 2013).



APRESENTAÇÃO

Olá professor (a)!

É provável que alguma vez na sua carreira como professor(a), você tenha falado a seguinte frase: “os estudantes de hoje não são mais como os de antigamente”. E a verdade é que eles realmente não são! Com o avanço e a disseminação da Internet, dos smartphones e de computadores mais baratos, muitos estudantes que têm acesso a estes recursos permanecem muitas horas conectados a eles. Logo, aulas tradicionais, ou seja, centradas no professor e no repasse de informações, não atendem mais as necessidades de aprendizagem desses estudantes.

Inúmeras pesquisas apontam que é necessário que os estudantes sejam ativos durante o processo de aprendizagem para que eles possam desenvolver competências, habilidades e assimilar informações, transformando-as em conhecimento. E em determinadas aulas tradicionais isto não acontece, pois o foco está no professor, e não no estudante. Uma das formas de tornar os estudantes mais ativos é modificar a metodologia de ensino empregada em aula. Assim, a Sala de Aula Invertida (SAI) vêm se destacando entre as metodologias que têm o objetivo de tornar os estudantes mais ativos em suas aprendizagens.

Na SAI o estudante tem contato com o conteúdo num tempo anterior à aula presencial através de vídeos ou outros materiais e, na aula, são realizadas atividades que promovam a apropriação do conhecimento pelo estudante com a mediação do professor e interação entre estudantes e entre estudante-professor. Portanto há uma inversão quando comparada à metodologia tradicional, em que o tempo de aula é destinado às exposições do professor e o estudante estuda sozinho após a aula.

A minha experiência como professora de Química é de apenas dois anos, porém desde minha participação no grupo de PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência) da UDESC, universidade em que me graduei em Licenciatura em Química, percebo a necessidade de diversificarmos as metodologias utilizadas em sala de aula. Como mencionado anteriormente nossos estudantes não são mais os mesmos e os professores também mudaram. Também é necessário um maior número de materiais com relatos de experiências em sala de



aula, desenvolvidos a partir de uma pesquisa e que podem ser modificados para atender as necessidades de cada escola. Por isso, durante o mestrado profissional elaborei este produto educacional, que é uma Sequência Didática (SD) para o ensino de Química no Ensino Médio, abordando as propriedades e o equilíbrio químico ácido-base em meio aquoso. Assim, os professores além de conhecer a metodologia da SAI estarão com uma SD para aplicar em sala de aula.

A SD compreende oito momentos e para cada um são descritos os objetivos de ensino e de aprendizagem, como utilizar a SAI em sala de aula e atividades para serem realizadas na aula presencial. Além disso, são propostos cinco vídeos amadores disponíveis no canal do *YouTube* – Projeto Sala de Aula Invertida – criado especialmente para a SD, e que fazem parte das estratégias de ensino utilizadas na SAI. Os conteúdos químicos abordados nos vídeos são propriedades de ácidos e bases em meio aquoso e introdução ao Equilíbrio Químico.

Para contextualizar estes conteúdos discutimos a acidificação dos oceanos e seus impactos para o meio ambiente e o ser humano. Além disso, a SD apresenta diversas atividades para serem utilizadas na aula presencial, como experimentos, um jogo para ensinar a construir equações químicas, questionários e uma simulação sobre pH.

Então, dedico este produto educacional aos professores que desejam utilizar a metodologia da SAI em suas aulas e integrar vídeos a suas estratégias de ensino. Como também, àqueles que estão conhecendo a SAI pela primeira vez.

Boa Leitura!

Luiza Pires Ribeiro Martins



SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
2	A SALA DE AULA INVERTIDA.....	8
3	A SEQUÊNCIA DIDÁTICA	12
3.1	MOMENTOS DA SD	12
3.1.1	Momento 1: Apresentação da Sala de Aula Invertida	12
3.1.2	Momento 2: Propriedades de ácidos e bases.....	15
3.1.3	Momento 3: Construção de uma escala de pH.....	18
3.1.4	Momento 4: Cálculo do pH e pOH.....	21
3.1.5	Momento 5: Reações químicas e balanceamento	23
3.1.6	Momento 6: Introdução ao estudo do equilíbrio químico.....	26
3.1.7	Momento 7: Perturbações no equilíbrio químico	29
3.1.8	Momento 8: Encerramento do projeto sala de aula invertida	32
3.2	VÍDEOS ELABORADOS PARA A SEQUÊNCIA DIDÁTICA	34
4	COMO PRODUZIR SEUS VÍDEOS	37
5	OBSTÁCULOS À IMPLEMENTAÇÃO DA SALA DE AULA INVERTIDA ..	43
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
	REFERÊNCIAS.....	46
	APÊNDICES	49
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO SOBRE O ACESSO À INTERNET	50
	APÊNDICE B – MATERIAL INSTRUCIONAL DO MOMENTO 3	51
	APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DA SIMULAÇÃO DO MOMENTO 4	52
	APÊNDICE D – JOGO “QUEBRA-CABEÇAS DE EQUAÇÕES QUÍMICAS”	55
	APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO DE INVESTIGAÇÃO DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS DOS ESTUDANTES SOBRE O EQUILÍBRIO QUÍMICO.....	56
	APÊNDICE F – ROTEIRO EXPERIMENTAL - EQUILÍBRIO DOS ÍONS CROMATO E DICROMATO EM MEIO AQUOSO	57
	APÊNDICE G – ROTEIRO EXPERIMENTAL – SOPRANDO NA ÁGUA DE CAL	63
	APÊNDICE H – ROTEIRO EXPERIMENTAL – EFEITO DA TEMPERATURA.....	64
	APÊNDICE I – ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA	65
	APÊNDICE J – QUESTIONÁRIO SOBRE AS PERCPÇÕES DOS ESTUDANTES SOBRE A SALA DE AULA INVERTIDA.....	66

1 INTRODUÇÃO

Na SAI se pratica o inverso de uma aula tradicional, pois o conteúdo escolar é estudado antecipadamente fora do ambiente escolar, por meio de materiais pedagógicos, elaborados e/ou recomendados pelo professor. O tempo da aula é dedicado à compreensão e aprofundamento deste conteúdo, através de atividades orientadas pelo professor (FREITAS, 2015; BERGMANN e SAMS, 2016; MARTÍN, 2017). Por esta razão, ela é uma metodologia centrada no estudante, pois ele se responsabiliza por sua aprendizagem, ou seja, ele precisa estudar o material previamente para, na aula presencial trazer a sua compreensão e entendimento do conteúdo, bem como trazer suas dúvidas.

As pesquisas sobre a SAI são poucas e relativamente novas, principalmente no Ensino de Química. Por isso, elaboramos uma Sequência Didática (SD) para que os professores que desejam aplicá-la em sala tenham um material de apoio. É importante destacar que esta SD pode e deve ser adaptada para a realidade escolar do/a professor/a. Ela é destinada a estudantes do Ensino Médio, porém também pode ser adaptada para cursos introdutórios de Química do Ensino Superior.

A SD contém cinco vídeos amadores sobre ácidos e bases e introdução ao Equilíbrio Químico, que foram disponibilizados no canal do *YouTube*, Projeto Sala de Aula Invertida. Escolhemos discutir o Equilíbrio Químico, pois é um conteúdo complexo tanto para estudantes quanto para professores e por apresentar grande potencial no ensino de Química, pois abrange vários conceitos como reação química, interação entre as espécies químicas, concentração, solubilidade, reversibilidade das reações, cinética, etc. (MACHADO e ARAGÃO, 1996).

Ao abordar o Equilíbrio Químico na SD, a ênfase foi nos aspectos fundamentais do conceito, como o dinamismo e o que ocorre com as reações num nível microscópico. Os aspectos quantitativos também são apresentados, como o cálculo da constante de equilíbrio, pois é uma forma de representar e compreender a relação entre as concentrações de reagentes durante o equilíbrio. É um dos conteúdos cobrado em vestibulares e segundo o PCN+ (BRASIL, 2002) dever fazer parte do currículo a ser ministrado.

A escolha por abordar ácidos e bases em meio aquoso partiu do objetivo de contextualizar o equilíbrio químico através da problemática da acidificação dos

oceanos, além de mostrar a relação entre esses conteúdos. Pois, geralmente, são estudados separadamente e de forma fragmentada. De acordo com as orientações às escolas de Santa Catarina (SANTA CATARINA, 2011) na 1ª série é estudada a definição de Arrhenius para ácidos e bases, enquanto que na 2ª série, estuda-se pH e equilíbrio químico.

Portanto, no próximo capítulo abordaremos com maior profundidade a Sala de Aula Invertida e as similaridades dos processos de ensino e aprendizagem desta metodologia com a Teoria de Mediação de Vygotsky. No terceiro capítulo relatamos todos os momentos da SD, ou seja, indicamos os vídeos a serem visualizados e as atividades a serem utilizadas nas aulas presenciais. Em seguida, apresentamos os vídeos da SD. Por fim, trazemos dicas de como os professores podem elaborar seus próprios vídeos e resumidamente, descrevemos o funcionamento de programas de gravação e edição utilizados para a produção dos vídeos da SD.

2 A SALA DE AULA INVERTIDA

A Sala de Aula Invertida é uma metodologia que vem ganhando destaque nos últimos anos nas pesquisas educacionais e nas salas de aula ao redor do mundo, inclusive no Brasil (TREVELIN, PEREIRA e OLIVEIRA NETO, 2013; FREITAS, 2015; OFUGI, 2016). Isso decorre do avanço da Internet, da acessibilidade a equipamentos para filmagem e da popularização de redes sociais.

Para Bergmann e Sams (2016, p.10), praticantes da SAI desde 2008, “inverter a sala de aula tem mais a ver com certa mentalidade: a de deslocar a atenção do professor para o aprendiz e para a aprendizagem”. Logo, não existe uma única forma de inverter a sala de aula. Em nossa SD escolhemos utilizar vídeos como a forma de os estudantes terem o primeiro contato com o conteúdo fora da sala de aula. Entretanto, outros materiais podem ser utilizados como trechos de livro, simulações e jogos. E se o professor (a) for utilizar vídeos, não é necessário que ele mesmo os produza (OLIVERIA, ARAUJO, VEIT, 2016).

Assim, uma aula que utiliza a SAI como metodologia de ensino funciona da seguinte forma: num primeiro momento, os estudantes têm contato com o conteúdo antes da aula proposto pelo professor. Neste momento eles irão confrontar as informações disponibilizadas sobre o conteúdo com as suas concepções prévias e identificar lacunas e dificuldades de compreensão. Num segundo momento, presencial, ocorre a interação entre professor e estudante e a colaboração entre os próprios estudantes, que trazem suas reflexões e dificuldades observadas no primeiro momento.

Portanto, o estudante na SAI além estar diretamente envolvido e comprometido com a sua aprendizagem, tem seu ritmo de estudo respeitado. Ele poderá visualizar os vídeos quantas vezes achar necessário antes da aula, como também pausar e retomar a visualização em outro momento. Assim, utilizar a SAI pode desenvolver o hábito de estudo nos estudantes, pois se eles não estudarem o material antes da aula, correm o risco de ficarem confusos com as atividades e discussões feitas em sala.

Sabe-se que os estudantes nem sempre estudam fora da sala de aula, porém professores que já aplicam esta metodologia relataram que é preciso tempo para os estudantes se adaptarem, pois no início seus estudantes também não realizavam as

tarefas antes da aula presencial. Ao longo da aplicação da SAI, esses estudantes perceberam que não estavam preparados para a aula, perdiam o conteúdo e a oportunidade de interagir com o professor.

Bergmann e Sams (2016) mencionam que é como se estes estudantes retornassem ao modelo tradicional, pois podem ver os vídeos na aula, mas este tempo poderia ser utilizado para realizar as atividades, que precisavam ser feitas em suas casas. Infelizmente, existirão estudantes que não se engajarão nas atividades devido às dificuldades em suas vidas. Mas com a SAI o professor pode passar mais tempo conhecendo os estudantes, o que permite que ele possa fornecer o apoio necessário a eles (BERGMANN e SAMS, 2016).



PARA SABER MAIS

A sala de aula invertida e a mediação de Vygotsk¹

Na SAI as concepções prévias dos estudantes são valorizadas nas discussões, bem como na preparação de vídeos ou outro material pedagógico. Por esta razão, podemos observar semelhanças da proposta da SAI, com a teoria de mediação de Vygotsky. E também porque são propostas atividades em que existe interação na aula presencial para que as reflexões e dificuldades encontradas no material pedagógico sejam discutidas. Bem como, há um estímulo pelo trabalho colaborativo entre os estudantes.

Vygotsky foi um psicólogo russo, cuja formação multidisciplinar o levou a estudar várias áreas, entre elas o desenvolvimento intelectual do ser humano e a relação entre pensamento e linguagem. Assim, a concepção de Vygotsky sobre a mediação é também uma teoria da educação (VYGOTSKY, 2007).

Para o autor, a mediação torna as relações entre o homem e o meio mais complexas e podemos entendê-la de forma simples como “o processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação; a relação deixa, então de ser **direta** e passa a ser **mediada** por esse elemento” (grifo da autora) (OLIVEIRA, 2009, p.28). O professor quando faz a mediação num processo de aprendizagem, é o elo entre o estudante e o conhecimento. Este conhecimento foi socialmente e historicamente construído pelas pessoas de uma mesma cultura.

Além disso, Vygotsky identifica em sua teoria dois níveis de desenvolvimento, o nível de desenvolvimento real e o nível de desenvolvimento potencial. O primeiro nível “define funções que já amadureceram, ou seja, os produtos finais do desenvolvimento” (VYGOTSKY, 2007, p.97), é também a capacidade de desempenhar tarefas de forma independente. O nível de desenvolvimento potencial são capacidades que estão sendo construídas. Assim, ao realizar tarefas com o auxílio de outras pessoas, como o professor ou companheiros que já internalizaram

¹ MARTIN, M. G. M. B.; MARTINS, L. P. R. A Sala de Aula Invertida e sua relação com a teoria de mediação de Vygotsky. In: COLBEDUCA - Colóquio Luso-Brasileiro de Educação, 4., 2018, Braga e Paredes de Coura, Portugal. **Anais...** . Joinville: Udesc, Uminho e Ufpa, 2018. Disponível em: <<http://www.revistas.udesc.br/index.php/colbeduca/article/view/11462>>. Acesso em: 30 maio 2018. — PROJETO DE SALA DE AULA INVERTIDA: uma proposta de sequência didática sobre Equilíbrio Químico

aquele conceito, o estudante estimulará esta zona.

Entre esses níveis existe ainda a zona de desenvolvimento proximal (ZDP), que é a distância entre o nível de desenvolvimento real (aquilo que o estudante pode fazer sozinho), e o nível de desenvolvimento potencial (aquilo que ele faz em colaboração de outros colegas) (VYGOTSKY, 2007). Deste modo, a escola precisa atuar na estimulação da ZDP, despertando vários processos internos de desenvolvimento, que apenas são desencadeados pela interação em cooperação com o professor e com outros estudantes (VYGOTSKY, 2007).

Isto é, não se dirigir para etapas já assimiladas pelos alunos ou desafiá-los com conceitos que estão muito distantes do que eles compreenderam e que nem mesmo a mediação do professor fará com que eles assimilem, mas sim focar o ensino em estágios que ainda estão em processo de assimilação pelos estudantes (OLIVEIRA, 2009). Mas, para que isso seja feito o professor precisa saber o que o estudante já internalizou e quais são suas dificuldades, para então mediar novas interações entre o conhecimento socialmente construído e os estudantes.

Numa situação de sala aula na SAI, os estudantes estarão desenvolvendo as funções psicológicas superiores, como a linguagem, a formação de conceitos, a atenção voluntária, o pensamento verbal, a afetividade a partir do que seria a ZDP. Visto que, a solução dos problemas encontrados no material prévio e nas atividades é possível com a orientação do professor ou em colaboração com colegas.

3 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A Sequência Didática (SD) que apresentamos neste material de apoio ao professor é composta por oito momentos utilizando-se vídeos para inverter a sala de aula. Nos três primeiros vídeos são discutidas as propriedades de ácidos e bases e o pH. E os últimos dois vídeos fazem uma introdução ao estudo do equilíbrio químico a partir da problemática da acidificação dos oceanos.

Os vídeos da SD são acompanhados por questões norteadoras e fazem parte da pré-aula, mas não estarão necessariamente presentes em todos os momentos. Além disso, recomendamos que os links dos vídeos e as questões norteadoras sejam disponibilizados aos estudantes com pelo menos uma semana de antecedência. É possível que alguns estudantes da sua turma não tenham acesso à Internet, logo, você pode colocar os vídeos num CD ou *pendrive*. Também incentive os estudantes a visualizarem os vídeos juntos e a criar grupos de estudo. A seguir são descritos os momentos da SD e os vídeos elaborados.

3.1 MOMENTOS DA SD

Os oito momentos da SD apresentam objetivos de ensino e de aprendizagem e atividades em sala de aula baseadas nos conceitos desenvolvidos nos vídeos e ampliados pela discussão e interação entre professor e estudantes. Por isso, sugerimos um número de aulas para cada momento, mas isso dependerá das necessidades de cada turma.

3.1.1 Momento 1: Apresentação da Sala de Aula Invertida

Conteúdo:

O que é a Sala de Aula Invertida?

Objetivos do professor:

- Exemplificar a metodologia da SAI através de um tutorial em vídeo sobre como fazer um origami;
- Identificar os estilos de visualização de vídeos dos estudantes ao executar a atividade.

Objetivos da aprendizagem:

- Compreender a metodologia da SAI e como serão realizadas as próximas aulas;
- Conhecer formas de visualizar os vídeos e criar o hábito de fazer anotações durante as atividades da pré-aula a partir de um tutorial de origami e da discussão em sala de aula.

Pré-aula: Não será necessária.

Duração: aproximadamente 2h/a, mas não se esqueça professor(a) que isso dependerá da sua turma.

Sugestão de local para a realização das atividades desta aula: Sala de Informática.

Etapas da aula

1ª etapa: Apresentação da SAI à turma, em que se explicará o que é essa metodologia de ensino, seus objetivos e quais atividades serão realizadas em sala de aula. Sugerimos a utilização de uma apresentação de slides como recurso didático. Apresente também, o canal do *Youtube Projeto Sala de Aula Invertida de Química*, pois lá estarão os vídeos desenvolvidos nesta SD.

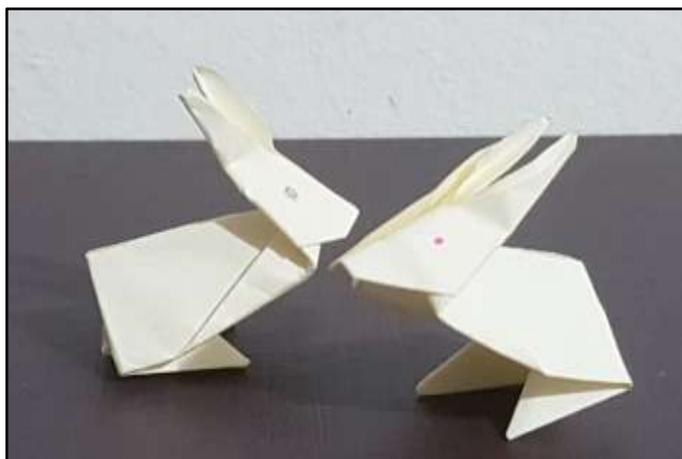
Nessa conversa inicial, você pode questionar se os estudantes têm o hábito de assistir vídeos no *Youtube*, ou seja, se fazem como forma de entretenimento e/ou de estudo. Será necessário verificar o acesso à Internet dos estudantes para que eles possam realizar as atividades da pré-aula.

Para sua comodidade, no apêndice A trazemos um modelo de questionário para conhecer o perfil da sua turma. Você pode disponibilizá-lo online aos seus estudantes pelo Google Formulários ou outra plataforma de questionários, como também em papel. A vantagem de se utilizar uma plataforma online é reduzir o tempo de tratamento dos dados recebidos, pois os resultados são expostos numa tabela em porcentagem e em número de estudantes.

2ª etapa: Os estudantes se reunirão em duplas ou em trios, de acordo com a disponibilidade dos computadores da sua escola. A atividade será assistir a um tutorial em vídeo sobre como fazer um coelho de origami, disponível no link: <https://www.youtube.com/watch?v=Mahe0Fnuv8&t=95s>. O título do vídeo está em inglês (How to make an origami rabbit), mas não será um empecilho para o desenvolvimento desta atividade, pois o guia não fala durante o tutorial.

Os materiais necessários para a realização desta atividade são quadrados de folha sulfite de aproximadamente 7.5 cm, lápis, régua e tesoura. Você pode utilizar outro tipo de folha e já entregar os quadrados prontos para os estudantes ou pedir que eles cortem seus próprios quadrados. A figura 1 apresenta os origamis feitos pelos estudantes durante a aplicação desta pesquisa em uma escola pública.

Figura 1 – Origamis feitos pelos estudantes



Fonte: Da Autora (2018).

O objetivo do tutorial é orientar os estudantes a desenvolver habilidades de visualização e foco, pois muitas vezes ao assistir vídeos, eles estão realizando outras atividades, como escutar música, assistir à televisão, jogando e etc. Logo, quando confrontados com conteúdos de Química nos vídeos, eles podem sentir dificuldade em se apropriar das informações ali presentes. De acordo com Bergmann e Sams (2016) conhecer os hábitos de visualização dos vídeos de seus estudantes e orientá-los a se concentrar em uma tarefa de cada vez é essencial para o desenvolvimento e participação dos estudantes na SAI.

A autora Tarvin (2015) também sugere que no início o professor não forneça dicas de como fazer o origami. Deixe os estudantes chegarem as suas próprias

conclusões como tomar notas em seus cadernos. Proponha para os primeiros estudantes que terminarem a tarefa para mostrar a você como fizeram o origami. E convide eles a auxiliar outros estudantes a dobrar seus próprios coelhos.

3ª etapa: Observe e identifique os estilos de visualização de vídeos dos estudantes, ou seja, se fazem pausas, se retornam a trechos não entendidos, se escrevem as principais informações no caderno, se fazem várias visualizações, etc. Converse com os estudantes sobre qual foi o estilo de visualização escolhido por eles ao executar a atividade, bem como, quais dicas eles ofereceriam para outros poderem realizar a tarefa a mesma tarefa. Como também, recomende aos estudantes escrever suas dúvidas para serem discutidas na aula presencial.

Avaliação: Verifique a participação dos estudantes durante a realização do origami e da discussão sobre estilos de visualização.

Referência

TARVIN, Allison. Origami Rabbits and Flipped Chemistry Classroom: Use an Origami Tutorial to Teach Students How to Learn from Videos. Disponível em: <<https://www.chemedx.org/blog/origami-rabbits-and-flipped-chemistry-classroom-use-origami-tutorial-teach-students-how-learn>>. Acesso em: 20 abr. 2017.

3.1.2 Momento 2: Propriedades de ácidos e bases

Conteúdo:

Propriedades de ácidos e bases

Objetivos do professor:

- Discutir as concepções prévias dos estudantes;
- Apresentar as primeiras noções de pH;
- Mediar as discussões sobre o vídeo;

Objetivos da aprendizagem:

- Compreender o que é um ácido de Arrhenius e o que é uma base de Arrhenius;

-
- Identificar as propriedades de ácidos e bases, como a mudança de cor de indicadores e seu pH;
 - Assimilar as primeiras noções de pH;
 - Demonstrar as primeiras ideias sobre equilíbrio químico através da reação de autoionização da água no vídeo.

Pré-aula: Visualizar o vídeo “Propriedades de ácidos e bases”, disponível em <<https://youtu.be/utFPiQOniuE>>. Responder as questões norteadoras a seguir e que estão na descrição do vídeo. Em negrito trazemos as respostas das questões.

Questões norteadoras

- 1) O que você entende por ácido? Escreva exemplos de ácidos no seu cotidiano.
- 2) O que você entende por base? Escreva exemplos de bases no seu cotidiano.
- 3) No vídeo comentamos que uma solução aquosa de amônia apresenta características básicas. No entanto, essa molécula não apresenta em sua estrutura o íon OH^- (hidroxila). Como você explicaria o fato de ela possuir características básicas mesmo não possuindo o íon OH^- em sua estrutura química? **R: Pois a amônia em água forma hidróxido de amônia, que se dissocia em íons amônio e hidroxila, conforme esta equação química: $\text{NH}_{3(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$**
- 4) Na demonstração do vídeo, qual seria a cor de uma solução de vinagre se utilizássemos o indicador azul de bromotimol? E qual seria a cor de uma solução de KOH (hidróxido de potássio)? **R: Amarela para a solução de vinagre e azul para a de KOH.**

Aqui professor (a) você pode pedir que seus estudantes respondam as questões num formulário criado por você no GoogleFormulários ou que enviem por e-mail. É necessário que você conheça as concepções prévias dos estudantes pelo menos 1 dia antes da próxima aula presencial para que você possa se preparar para tirar dúvidas e fazer discussões sobre o conteúdo.

Duração: aproximadamente 1h/a, mas isso dependerá de cada turma.

Sugestão de local para a realização das atividades desta aula: Sala de aula.

Etapas da aula

1ª etapa: Compartilhe com a turma as concepções prévias presentes nas respostas do questionário sobre o vídeo. Discuta as visões que os estudantes têm sobre ácidos e bases, geralmente, são visões negativas (OLIVEIRA, 2008) e reducionistas, como acreditar que apenas ácidos são corrosivos. Aqui você pode fazer uma discussão relacionando com o cotidiano deles e com o laboratório de Química. Faça uma revisão sobre qual íon é responsável pela propriedade ácida dos ácidos, e qual é responsável pela propriedade das bases. Este é um dos pontos chaves do conteúdo e do vídeo.

2ª etapa: A próxima atividade em sala de aula será responder um questionário relativo a propriedades de ácidos e bases. Esta atividade pode ser realizada em duplas ou em trios, porém recomendamos que as repostas sejam escritas individualmente. Assim, você poderá comparar com as concepções prévias e verificar se os estudantes se apropriaram do conteúdo.

As perguntas podem ser projetadas numa apresentação de slides. Circule pela sala para retirar eventuais dúvidas. Este é o momento de mediação relatado por Vygotsky (2007) em suas pesquisas.

Questões norteadoras

1) O que dá realmente a propriedade ácida para os ácidos? E a propriedade básica para bases? **R: A presença do íon H^+ em solução para os ácidos e do íon OH^- para as bases.**

2) Como você faria para diferenciar um ácido de uma base? **R: Através de um indicador ácido-base ou utilizando um pHmetro.**

3) A escala de pH quantifica a presença de íons H^+ , porém como conseguimos medir o pH de soluções básicas? **R: Quando o solvente de soluções básicas for água, uma pequena parte das moléculas de água estão se autoionizando. Assim os íons H_3O^+ e OH^- são formados. Devido à presença dos íons H_3O^+ é possível fazer a medida do pH.**

A questão sobre a amônia tem o objetivo de prevenir que os estudantes apenas memorizem a definição de Arrhenius e tenham a ideia equivocada que todo ácido apresenta H^+ no início da fórmula química, enquanto que a base apresenta OH^- no final. Discuta o fato que nem todas as substâncias que contém hidrogênio são consideradas ácidos de Arrhenius, por exemplo, CH_4 não é um ácido.

E não se esqueça de explicar a autoionização da água, pois estamos tratando de soluções aquosas. Assim, para entender como é possível medir o pH de soluções básicas, é necessário entender a autoionização da água e que os íons H^+ encontrados de uma solução básica são provenientes dela.

Avaliação: Avalie a participação dos estudantes durante as atividades e as respostas do questionário sobre o vídeo. Verifique a compreensão deles sobre a reação de autoionização da água, se visualizaram o vídeo, se resolveram a tarefa prévia e se participaram das discussões fomentadas.

3.1.3 Momento 3: Construção de uma escala de pH

Conteúdo:

Ácidos e bases de Arrhenius
Escala de pH
Indicadores ácido-base

Objetivos do professor:

- Orientar os estudantes durante o experimento;
- Mediar as discussões em sala de aula.

Objetivos da aprendizagem:

- Compreender a escala de pH;
- Diferenciar um ácido de uma base através do pH;
- Construir uma escala de pH utilizando produtos do cotidiano e com o indicador de repolho roxo;
- Identificar a função dos indicadores ácido-base.

Pré-aula: Visualizar o vídeo “Escala de pH”, disponível em <https://youtu.be/IfizFJUjqXM>.

Duração: aproximadamente 2h/a, mas isso dependerá da sua turma professor (a).

Sugestão de local para a realização das atividades desta aula: Laboratório de Química e sala de aula.

Etapas da aula

1ª etapa: Revisar o conteúdo da aula anterior, ou seja, relembre com os estudantes o que dá a propriedade ácida para os ácidos e básica para bases de acordo com Arrhenius, a escala de pH e qual é a função dos indicadores ácido-base num laboratório. Além disso, ao introduzir o experimento da etapa seguinte explique que as antocianinas são o indicador ácido-base do repolho roxo e que elas também são responsáveis pela cor de diversas flores e frutos (TERCI e ROSSI, 2002). Para mais informações sobre as antocianinas consulte o artigo “Indicadores naturais de pH: usar papel ou solução” das autoras Terci e Rossi (2002).

2ª etapa: Os estudantes se reunirão em grupos de no máximo 4 pessoas e realizarão a atividade experimental “Conhecendo a escala de pH” presente no apêndice B.

As substâncias do cotidiano que sugerimos são suco e refrigerante de limão, vinagre, leite, sabão em pó, álcool, detergente, shampoo, leite de magnésia, alvejante, desinfetante e água. Enquanto os estudantes realizam o experimento, é necessário fazer a mediação dessa atividade, conversando com os grupos e sanando eventuais dúvidas.

3ª etapa: Após a realização da atividade experimental, os estudantes resolverão as questões do material instrucional. É comum que os estudantes perguntem o que aconteceria se misturassem todas as substâncias utilizadas no experimento. Assim, peça que eles misturem uma substância ácida com uma básica e observem a coloração resultante. Nessa etapa, recomendamos que você relembre a reação de neutralização e faça uma discussão para encerrar a atividade experimental.

Sugerimos que nessa discussão final, você comente sobre o pH no cotidiano dos estudantes, como por exemplo, as hortênsias que apresentam cores diferentes dependendo do solo em que foram plantadas (em solos ácidos são azuis e em solos básicos, rosas). Você também pode questionar os estudantes sobre o que eles pensam ser o pH ideal da água potável e bebidas gaseificadas. Além do pH dos

PROJETO DE SALA DE AULA INVERTIDA: uma proposta de sequência didática sobre Equilíbrio Químico

oceanos, da chuva sendo ela ácida ou não, do estômago, da urina e do sangue. Bem como, o pH de desinfetantes e explicar porque não devemos misturar diferentes produtos de limpeza.

4ª etapa: De acordo com os PCN+ (BRASIL, 2002) uma das habilidades a serem desenvolvidas nos estudantes é a elaboração de comunicações escritas para relatar ou analisar experimentos e questões. Como também, saber se posicionar criticamente em relação a temas da ciência e tecnologia. Por isso, sugerimos a elaboração de um texto de no mínimo 15 linhas como próxima atividade desta aula. Recomendamos que este texto argumentativo seja escrito por grupos de até 4 pessoas. Assim, eles poderão debater o que foi ensinado e aprendido nas aulas sobre ácidos e bases até o momento. A seguir está o modelo da atividade 2.

Elaboração de um texto

Caros estudantes,

Muitas pessoas não compreendem e não valorizam o papel da Química em nossa vida, sempre a associam a algo perigoso e tóxico. Por exemplo, uma manchete que fala de um caminhão carregado de ácido sulfúrico que tombou em uma rodovia não faz nenhum comentário sobre a importância desse ácido na fabricação dos inúmeros produtos que as pessoas utilizam, como baterias de carro, fibras têxteis, medicamentos, tintas, filmes, etc. Muitas pessoas lembram apenas que ácidos e bases são corrosivos, mas esquecem que produtos de higiene pessoal e de limpeza têm características básicas e que ingerimos frutas que são essenciais para o nosso corpo, como por exemplo, a laranja.

Escreva um texto de no mínimo 15 linhas, discutindo se a compreensão da definição e das propriedades de ácidos e bases, sua presença no cotidiano e o significado da escala de pH podem dar fim a essas associações.

Avaliação do momento 3: Avalie se os estudantes conseguem diferenciar um ácido de uma base, se compreenderam o que é a escala de pH e a função dos indicadores ácido-base. Para isso, verifique os relatos dos estudantes sobre o experimento e a participação das discussões fomentadas. Como também, avalie o texto elaborado

em grupo, se eles argumentaram sobre possíveis formas de mudar a visão negativa comumente associada a ácidos e bases.

Referências

GEPEC (Grupo de Pesquisa em Educação Química- USP). Equilíbrio Ácido \rightleftharpoons Base: Extrato de repolho roxo como indicador universal de pH. **QNEsc**. N.1, p.32-33, maio 1995.

TERCI, Daniela Brotto Lopes; ROSSI, Adriana Vitorino. Indicadores naturais de pH: usar papel ou solução? **Quim. Nova**, v. 25, n. 4, p.684-688, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v25n4/10546.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 17.

3.1.4 Momento 4: Cálculo do pH e pOH

Conteúdo:

Cálculo do pH
Efeito da diluição no pH

Objetivos do professor:

- Identificar dificuldades em relação à matemática envolvida no conceito de pH;
- Orientar os estudantes no uso da simulação.

Objetivos da aprendizagem:

- Identificar se as substâncias da simulação são ácidas, básicas ou neutras;
- Calcular o pH das substâncias presentes na simulação;
- Determinar a concentração de íons hidrônio (H_3O^+) e íons hidroxila (OH^-) das substâncias;
- Explicar como a diluição afeta o pH e a concentração de íons H_3O^+ e OH^- .

Pré-aula: Assistir ao vídeo “Como calcular o pH e pOH?”, disponível no link: <<https://youtu.be/bufZIJJSCTw>>. Responder as questões norteadoras abaixo e que também estão disponíveis na descrição do vídeo.

Questões norteadoras

1) Qual é o número maior entre $1,0 \times 10^{-6}$ ou $1,0 \times 10^{-4}$? **R: $1,0 \times 10^{-4}$.**
E entre $1,0 \times 10^2$ e 1×10^5 ? **R: 1×10^5 .**

2) Agora utilize uma calculadora científica ou a do celular no modo científico para calcular o pH das substâncias abaixo. Utilize apenas dois algarismos após a vírgula. Após completar a tabela, coloque as substâncias na ordem da mais ácida para a mais básica.

Substância	[H ⁺]	pH
Sabonete	$1,0 \times 10^{-10}$	10,00
Cerveja	$3,2 \times 10^{-5}$	4,49
Leite	$3,2 \times 10^{-7}$	6,49

R: Cerveja, leite e sabonete.

Duração: 2h/a, para que seja possível revisar os conteúdos de notação científica, logaritmo e operações matemáticas envolvendo potências de 10 que podem não ter ficado claro no vídeo. Também permitirá que os estudantes respondam todo o questionário sobre a simulação.

Sugestão de local para a realização das atividades desta aula: Sala de informática.

Etapas da aula

1ª etapa: Revisar o conteúdo do vídeo assistido na pré-aula, conversar com os estudantes sobre suas concepções prévias e corrigir as questões propostas na aula anterior.

2ª etapa: Os estudantes receberão uma folha com atividades a serem realizadas no software de simulação “Escala de pH” do projeto PhET desenvolvido pela Universidade do Colorado. A folha com atividades está no apêndice C. Este questionário pode ser resolvido individualmente, em duplas ou em trios.

A simulação pode ser acessada pelo link https://phet.colorado.edu/sims/html/ph-scale/latest/ph-scale_pt_BR.html ou você pode fazer o download da versão em java (.jar), cujo acesso não requer conexão com a Internet. É só preciso ter o software Java instalado no computador. Nela, o íon hidrônio (H₃O⁺) está representado, então lembre com os estudantes que os íons H⁺ são a forma simplificada destes íons.

No vídeo não exploramos como a diluição afeta o pH, mas ela estará presente em uma das perguntas dos questionários. Deixe os estudantes explorarem a PROJETO DE SALA DE AULA INVERTIDA: uma proposta de sequência didática sobre Equilíbrio Químico

simulação sozinhos para responder esta pergunta. Quando você verificar que um grupo respondeu corretamente, peça para que os estudantes discutam e expliquem para os outros grupos.

Avaliação: Avalie se os estudantes as respostas do questionário verificando se compreenderam o que é o pH e pOH, como calculá-los e que a escala de pH é uma escala logarítmica.

Referência

Universidade do Colorado: PhET. **Escala de pH**. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/ph-scale/latest/ph-scale_pt_BR.html>. Acesso em: 03 abr. 2017.

3.1.5 Momento 5: Reações químicas e balanceamento

Conteúdo:

Reações Químicas;
Balanceamento de equações químicas;

Objetivos do professor:

- Verificar se os estudantes apresentam dificuldade em representar a fórmula química de compostos químicos e equações químicas, como também saber balanceá-las;
- Conhecer as concepções prévias e dificuldades dos estudantes sobre conteúdos necessários para a compreensão de equilíbrio químico.

Objetivos da aprendizagem:

- Representar compostos químicos e reações químicas;
- Compreender o balanceamento de reações;
- Participar do questionário.

Pré-aula: Não se aplica.

Duração: 2h/a

Sugestão de local para a realização das atividades desta aula: Sala de aula.

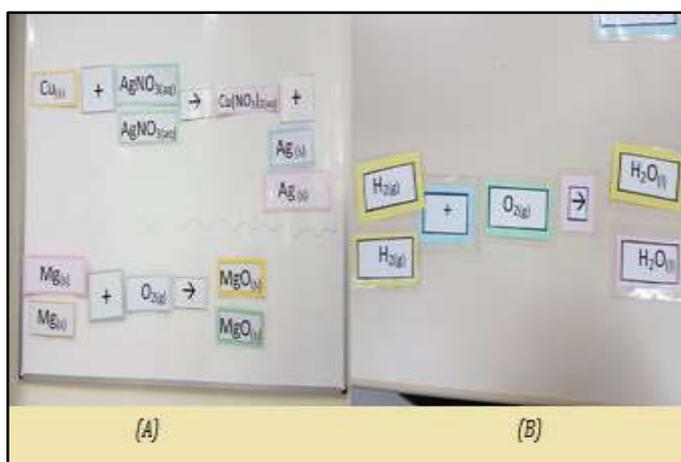
Etapas da aula

1ª etapa: Primeiramente, questione os estudantes sobre o que eles sabem sobre reações químicas e balanceamento. E não se esqueça de perguntar a eles a razão de se fazer o balanceamento, porque eles podem até saber como determinar os coeficientes estequiométricos, mas muitas vezes não sabem a razão de fazerem isso. Então faça uma revisão sobre reações químicas e como são representadas, bem como seu balanceamento.

Recomendamos que você utilize a ideia do jogo “Quebra-cabeça de Equações Químicas” desenvolvido por Martin, Fraga e Raulino (2015) para a revisão. O objetivo do jogo é representar as reações químicas através da equação e compreender o que são os coeficientes estequiométricos (MARTIN, FRAGA, RAULINO, 2015). Você pode construir, por exemplo, a reação de formação da água e após fazer uma equação que seja um pouco mais difícil de balancear.

O jogo consiste em dois conjuntos de cartelas, um contendo a fórmula química de reagentes, produtos e setas de reação em tamanho grande para serem utilizadas pelo professor (ver figura 2A). O outro conjunto menor é para os estudantes utilizarem em duplas ou em trios (ver figura 2B). Cada cartela contém somente uma fórmula química e é necessário, utilizar mais de uma cartela com a mesma fórmula química para fazer o balanceamento (MARTIN, FRAGA, RAULINO, 2015).

Figura 2 – Exemplos de cartelas do jogo “Quebra-cabeças de equações químicas”. (A) Em tamanho grande e (B) em tamanho pequeno.



Fonte: MARTIN, FRAGA, RAULINO (2015).

PROJETO DE SALA DE AULA INVERTIDA: uma proposta de sequência didática sobre Equilíbrio Químico

Após fazer exemplos de equações químicas no quadro, distribua o conjunto de cartelas pequenas para os estudantes para que construam as equações em grupos. Ao supervisionar os grupos, verifique se eles têm dúvida em determinar quem são os reagentes e os produtos das reações, se sabem como escrever a fórmula das substâncias químicas e se montaram as reações que são possíveis de acontecer. Peça que os estudantes escrevam numa folha as reações que eles construíram e entreguem ao final do jogo.

No apêndice D trazemos uma lista com algumas reações que você pode utilizar para montar seu próprio jogo. Existem diversas listas disponíveis na Internet que podem ser utilizadas, porém não sobrecarregue os estudantes com dezenas de equações para balancear. O objetivo é que os estudantes entendam como representar as substâncias e equações químicas com seus coeficientes estequiométricos e estados físicos, e saibam que a equação estará balanceada quando o número de átomos for o mesmo nos dois lados da equação.

Após o jogo, investigue as concepções prévias dos estudantes sobre o equilíbrio químico através de um questionário presente no apêndice E. As perguntas contidas ali foram baseadas nas pesquisas de Machado e Aragão (1996) e Quílez (2004) sobre as concepções comumente encontradas em estudantes do Ensino Médio. Assim, é provável que você também as encontre em seus estudantes, o que permitirá que você já se prepare as discussões sobre este conteúdo no próximo momento.

Você também pode investigar as concepções de equilíbrio químico ao mostrar imagens que remetem aos equilíbrios estáticos e dinâmicos como a de uma balança, uma pessoa correndo numa esteira, um beija-flor batendo rapidamente suas asas, como também de uma pessoa mantendo seu equilíbrio corporal ao ficar em pé apenas com uma perna enquanto a outra está levantada. Pergunte aos estudantes o que essas imagens têm em comum.

Ao final da aula questione os estudantes sobre a acidificação dos oceanos, ou seja, se eles sabem que está acontecendo, seus impactos e sua relação com a poluição atmosférica. Esses questionamentos servirão como introdução para a atividade da pré-aula do próximo momento da SD.

Avaliação: De acordo com os objetivos da aula, avalie se os estudantes se engajaram durante o jogo e se representaram as substâncias e equações químicas corretamente.

Referência

MARTIN, Maria da Graça M. B; FRAGA, Solyane K.; RAULINO, Fernanda. Mapas Conceituais como Forma de Verificar a Aprendizagem Significativa de uma Sequência Didática de Química. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), 11, 2015, Águas de Lindóia – SP. **Anais...**, 2015, p. 1-8. Disponível em: <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R1564-1.PDF>>. Acesso em: 25 ago. 2017.

3.1.6 Momento 6: Introdução ao estudo do equilíbrio químico

Conteúdo:

Equilíbrio Químico;
Constante de equilíbrio;
Acidificação dos oceanos.

Objetivos do professor:

- Mediar as discussões em sala de aula sobre o equilíbrio químico e sobre o experimento;
- Promover uma conversa com os estudantes sobre a poluição atmosférica e sua relação com acidificação dos oceanos;
- Orientar os estudantes durante o experimento.

Objetivos da aprendizagem:

- Compreender que o equilíbrio químico é dinâmico;
- Saber representar a constante de equilíbrio;
- Dialogar sobre a problemática da acidificação dos oceanos.

Pré-aula: Visualizar o vídeo “Introdução ao estudo do equilíbrio químico, disponível em <https://youtu.be/d_Q288wDxJU> . Responder as questões norteadoras.

Questões norteadoras

1) O que significa dizer que uma reação química atingiu o estado de equilíbrio?

R: Significa que a concentração de reagentes e produtos não se modifica.

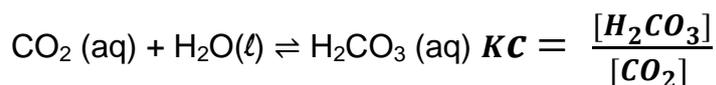
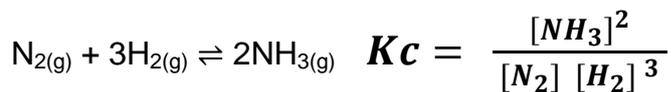
2) Como podemos diferenciar um equilíbrio estático de um dinâmico? Você consegue pensar em outros exemplos de equilíbrios estáticos e dinâmicos além dos citados no vídeo? Se sim, escreva abaixo.

R: Equilíbrio dinâmico: trocas ou compensações continuam a existir mesmo sendo atingido o equilíbrio na reação. Existe constante movimento no sentido de formar produtos e no sentido de formar os reagentes.

Equilíbrio estático: Não existem mais trocas ou compensações com a vizinhança.

3) a) Quais informações podemos obter da constante de equilíbrio? **R: A extensão da reação.**

b) Escreva a constante de equilíbrio para as reações a seguir.



4) A água se decompõe a 25 °C segundo a equação (não balanceada) a seguir:



a) Balanceie a equação e escreva a expressão da constante de equilíbrio da decomposição da água. **$2\text{H}_2\text{O} (\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_{2(\text{g})} + \text{O}_{2(\text{g})}$**

b) Sabendo que o valor de K nesse caso é de $1,0 \times 10^{-81}$, o que você pode dizer em relação à quantidade de hidrogênio e de oxigênio formado na decomposição da água? **R: Será pequena em relação à concentração de água.**

5) Qual é a relação existente entre a acidificação dos oceanos e o equilíbrio químico? **R: A acidificação dos oceanos está perturbando equilíbrios químicos dos oceanos, principalmente do gás carbônico. O aumento do gás carbônico na atmosfera faz com que o oceano se torne mais ácido, pois são formados íons H+ quando o gás é solubilizado nos oceanos.**

Duração: 2h/a, pois propomos a realização de um experimento. Assim, recomendamos que os estudantes tenham tempo de responder as questões sobre o

experimento, logo após a sua realização. E sugerimos ao professor fazer uma discussão com todos os estudantes no início e no final da aula.

Sugestão de local para a realização das atividades desta aula: Sala de aula e laboratório de Química.

Etapas da aula

1ª etapa: Antes de iniciar a aula, verifique as respostas das questões norteadoras dos estudantes e se houve uma apropriação do conhecimento de equilíbrio comparado as concepções prévias dos estudantes respondidas no momento 5. Você também pode utilizar as concepções prévias novamente com os estudantes quando for discutir o vídeo e as questões norteadoras.

Não se esqueça de discutir a acidificação dos oceanos, pois esta temática foi escolhida para contextualizar o equilíbrio químico. Sugerimos também que você faça uma discussão quantitativa da constante de equilíbrio do ácido carbônico em água, pois no vídeo fizemos apenas uma breve discussão qualitativa dessa constante.

A seguir, proponha aos estudantes o experimento “Equilíbrio dos íons cromato e dicromato em meio aquoso”, nele será possível verificar a reversibilidade de uma reação a partir da mudança de cor. Visto que o íon cromato é amarelo (CrO_4^{2-}) e o íon dicromato ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) é laranja. Este experimento pode ser feito em grupos de até 4 estudantes. O procedimento experimental juntamente com o questionário sobre a prática está no apêndice F. Este experimento pode ser demonstrativo, devido à toxicidade dos sais de cromo e seus posterior descarte.

Geralmente os estudantes apresentam dificuldade em escrever as equações químicas desta reação, então faça uma discussão sobre elas no quadro e sobre o dinamismo do equilíbrio dos íons cromatos. Este experimento também introduz o conteúdo das perturbações no equilíbrio químico que será discutido no próximo momento.

Avaliação: Verifique se os estudantes atingiram os objetivos da aula em suas respostas do questionário. Também não se esqueça de avaliar a participação no experimento e nas discussões em grupo.

3.1.7 Momento 7: Perturbações no equilíbrio químico

Conteúdo:

Equilíbrio Químico;
Mudanças das condições que afetam o Equilíbrio Químico (Princípio de Le Chatelier);
Acidificação dos oceanos.

Objetivos do professor:

- Mediar as discussões em sala de aula sobre as condições que afetam o estado de equilíbrio químico e sobre os experimentos;
- Orientar os estudantes durante os experimentos.

Objetivos da aprendizagem:

- Compreender o significado da “expressão deslocar o equilíbrio”;
- Identificar fatores que influenciam o equilíbrio químico (concentração, temperatura e pressão);
- Investigar como a influência da concentração, temperatura e pressão no equilíbrio químico através de dois experimentos e uma simulação.

Pré-aula: Visualizar o vídeo “Perturbações no equilíbrio químico”, disponível no <<https://youtu.be/WDtdDCxL0kA>>. Responda à questão norteadora.

Questão norteadora

1) Considere a reação de decomposição do pentacloreto de fósforo em tricloreto de fósforo e gás cloro. Este processo absorve $39,5 \text{ kcal mol}^{-1}$ quando ocorre no sentido direto de reação. Considerando que este processo está em equilíbrio, indique para onde este será deslocado (no sentido dos produtos ou reagentes) supondo as seguintes perturbações. Escreva a equação química de decomposição do pentacloreto de fósforo e justifique sua resposta. Obs.: Suponha todas as substâncias na fase gasosa.

a) Aumento da pressão; b) Decréscimo da temperatura; c) Retirar o cloro.

R: $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$

a) Reagente, pois o aumento da pressão equivale a uma redução do volume da mistura e a reação ocorrerá na direção que reduz o efeito deste aumento, ou seja, pela diminuição do número de moléculas.

PROJETO DE SALA DE AULA INVERTIDA: uma proposta de sequência didática sobre Equilíbrio Químico

b) Reagente, pois o decréscimo da temperatura favorece a reação exotérmica, cuja liberação de calor compensa o decréscimo da temperatura. A reação exotérmica é a reação indireta.

c) Produtos, pois não haverá cloro suficiente para a formação de pentacloreto de fósforo, logo, o favoreceremos a decomposição do reagente.

Duração: 2h/a, devido aos experimentos.

Sugestão de local para a realização das atividades desta aula: Pode ser feito em sala de aula ou no laboratório de Química. Caso faça a simulação recomendamos o uso de um retroprojeter e computador.

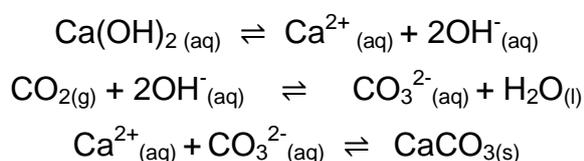
Etapas da aula

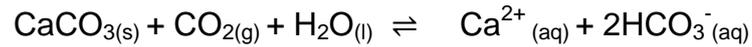
1ª etapa: Primeiramente, verifique se os estudantes têm alguma dúvida em relação ao conteúdo do vídeo. Você também pode resolver no quadro a questão norteadora. A seguir, sugerimos que você discuta o equilíbrio entre o dióxido de nitrogênio (NO₂), que é um gás de cor castanho-avermelhada e o tetróxido de dinitrogênio (N₂O₄, gás incolor) para discutir mais um exemplo de como a pressão influencia no equilíbrio químico (ATKINS, 2006).

Recomendamos que você escreva a reação no quadro ($2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$), pois não encontramos uma simulação ou um experimento que exemplificasse o efeito da pressão. Dessa forma, desenhe também um vaso de reação com um êmbolo para exemplificar a compressão e a expansão do gás.

A seguir, distribua o procedimento experimental sobre o efeito da concentração no equilíbrio químico, intitulado “Soprando na água de cal”, disponível no apêndice G. Recomendamos que este experimento seja feito em duplas para que os estudantes não se cansem ao soprar a solução de hidróxido de cálcio, comumente chamada de água de cal, utilizando um canudo.

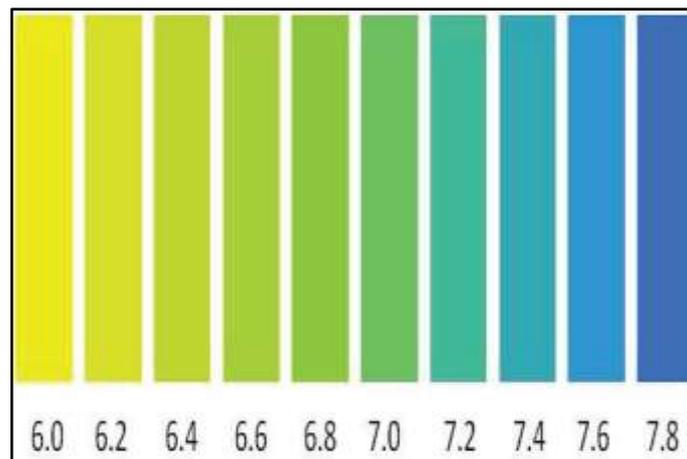
Ao soprar a solução de hidróxido de cálcio, os estudantes introduziram gás carbônico, formando o íon carbonato. Na presença dos íons Ca²⁺, o carbonato precipita na forma de carbonato de cálcio (sólido branco), conforme as reações abaixo (SILVA e STRADIOTTO, 1999):





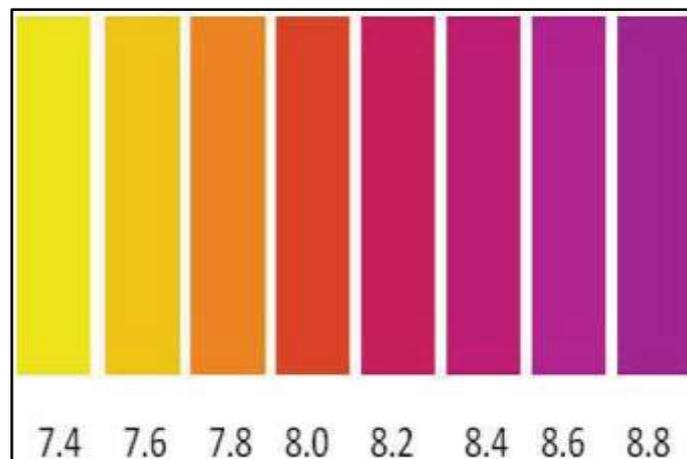
O contínuo borbulhamento de gás carbônico consome a base, logo a cor dos indicadores mudará. Assim, será interessante relembrar a propriedade ácidos e bases de mudar a cor de indicadores, estudada nos momentos 2 e 3 da SD. Recomendamos o uso do indicador azul de bromotimol para metade dos grupos formados, cuja cor mudará do azul (meio básico), passando pelo verde até chegar no amarelo (meio ácido) como podemos visualizar na figura 3. E do púrpura de metacresol, cuja mudança de cor é do violeta ao amarelo conforme a figura 4. Caso você não tenha acesso a esses indicadores, a fenolftaleína também poderá ser usada.

Figura 3 – Faixa de pH do indicador azul de bromotimol



Fonte: IFSC - São Paulo (2011).

Figura 4 – Faixa de pH do indicador púrpura de metacresol



Fonte: IFSC - São Paulo (2011).

Então, discuta com os estudantes que a mudança de cor dos indicadores é observada, pois o equilíbrio químico da reação entre gás carbônico e a base é deslocado para os produtos, devido ao aumento da concentração de CO_2 proveniente do ar pulmonar. Você também pode relacionar a formação do carbonato de cálcio (precipitado branco) e sua posterior dissolução ao ser borbulhado mais gás carbônico, com um dos impactos da acidificação dos oceanos – a destruição dos esqueletos de corais.

Para demonstrar aos estudantes que de fato esse experimento é um equilíbrio químico, escolha um dos tubos de ensaio e adicione uma solução de hidróxido de sódio 1,0 mol/L. O próximo experimento referente ao efeito da temperatura no equilíbrio químico também pode ser uma demonstração, caso a escola não disponha de lamparinas ou bicos de Bunsen suficientes. O apêndice H apresenta o roteiro experimental desta prática.

Neste experimento a reação entre amido e iodo forma um complexo azul escuro, sendo que este processo é exotérmico. Assim, ao aquecermos a mistura favorecemos a dissociação do complexo e a cor azul desaparece. Ao colocarmos o tubo de ensaio no banho de gelo favorecemos a reação exotérmica, ou seja, de formação do complexo. Repita várias vezes este experimento para evidenciar aos estudantes o efeito da temperatura no equilíbrio químico.

Avaliação: A cada experimento realizado solicite que os estudantes expliquem a influência da concentração, temperatura ou pressão no equilíbrio químico nos experimentos realizados. Assim, verifique se eles atingiram os objetivos propostos deste momento.

3.1.8 Momento 8: Encerramento do projeto sala de aula invertida

Conteúdo:

Ácidos e Bases;
Equilíbrio Químico;
Acidificação dos oceanos.

Objetivos do professor:

- Investigar se os estudantes compreenderam os conceitos discutidos na SD e a acidificação dos oceanos;

-
- Verificar as percepções dos estudantes sobre a sua Sala de Aula Invertida através de um questionário ou de uma entrevista.

Objetivos da aprendizagem:

- Sintetizar os conceitos aprendidos durante as aulas da SD em um produto, que pode ser uma história em quadrinhos, comunicação escrita, uma paródia, etc.
- Participar do questionário sobre a Sala de Aula Invertida.

Pré-aula: Não se aplica.

Duração: 2 h/a.

Sugestão de local para a realização das atividades desta aula: Sala de aula.

Etapas da aula

1ª etapa: Esta é a última aula da SD, dessa forma, sugerimos que os estudantes elaborem um produto para expor o que aprenderam nas aulas. Este produto pode ser uma história em quadrinhos, um texto, um desenho, uma paródia, um jogo, uma colagem ou aquilo que os estudantes se sentirem mais confortáveis para expressarem o que aprenderam com as aulas. Esta atividade pode ser realizada em grupos de no máximo três estudantes.

Enquanto os estudantes realizam a atividade, você pode escolher alguns para fazer uma entrevista sobre as percepções deles sobre as aulas em que SAI foi aplicada e o que pode ser melhorado para outras aplicações desta metodologia. Você também pode enviar um questionário anônimo a todos os estudantes por e-mail ou distribuir em sala, mas lembre-se de que será mais trabalhoso fazer a estatística destes dados se eles estiverem no papel. Nos apêndices I e J trazemos exemplos de perguntas de uma entrevista e de um questionário.

Ao final da aula, convide os estudantes a apresentarem à turma os produtos elaborados. Você também pode expor estes trabalhos à comunidade escolar. Assim, será uma ótima forma de mostrar o que os estudantes aprenderam e produziram aos pais e talvez outros professores que não estão seguros com esta metodologia.

Avaliação: O produto elaborado pelos estudantes é mais uma forma de verificar se os estudantes assimilaram os conteúdos da SD. Verifique também se eles conseguem relacionar a acidificação dos oceanos com o Equilíbrio Químico.

PROJETO DE SALA DE AULA INVERTIDA: uma proposta de sequência didática sobre Equilíbrio Químico

3.2 VÍDEOS ELABORADOS PARA A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A seguir, apresentamos a ficha técnica dos cinco vídeos elaborados pela pesquisadora para a SD, com o tempo de duração, endereço no *YouTube* (URL) e breve descrição do conteúdo abordado.

Ficha técnica – Vídeo 1

Título: Propriedades de ácidos e bases

Duração: 10min38s

URL do vídeo:
<https://youtu.be/utFPiQOniuE>

Resumo: Começamos indagando os estudantes o que eles entendem por ácidos e bases. Após, apresentamos substâncias do cotidiano com características ácidas e básicas. Por ser uma introdução às propriedades de ácidos e bases, nós discutimos o

Escala de pH

PROJETO SALA DE AULA INVERTIDA DE QUÍMICA

SØREN SORENSEN

Propôs a escala de pH em 1909.

$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$

ESCALA DE pH

Soluções Ácidas (1-6), Soluções Neutras (7), Soluções Básicas (8-14)

Ácidos Crescente (1-6), Neutros (7), Básicos Crescente (8-14)

LOGARITMO

Por definição o logaritmo de um número real e positivo x , na base 10, é o expoente x ao qual deve se elevar 10 para se obter x .

$\log_{10} x = a \Rightarrow 10^a = x$

$\log_{10} 100 = 2$
 $10^2 = 100$

conceito de Arrhenius. Também explicamos a autoionização da água, que é importante para os estudantes assimilarem o conceito de pH. Além de mostrar o que acontece com indicadores quando são adicionados às soluções ácidas e básicas. Afinal, fazemos uma pequena introdução sobre o pH.

Ficha técnica – Vídeo 2

ÁCIDOS E BASES

PROJETO SALA DE AULA INVERTIDA DE QUÍMICA

ARRHENIUS (1887)

Caráter ácido
 Presença de íons H^+ em solução aquosa

Caráter básico
 Presença de íons OH^- em solução aquosa

$\text{H}_2\text{O}(l) \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$

Título: Escala de pH

Duração: 8min39s

URL do vídeo:
<https://youtu.be/lfizFJUjqXM>

Resumo: Neste vídeo damos continuidade as ideias do vídeo anterior ao explicar o que é a escala de pH. Também abordamos o produto iônico da água e qual é o significado de dizer que

PROJETO DE SALA DE AULA INVERTIDA: uma proposta de sequência didática sobre Equilíbrio Químico

uma solução é mais ácida do que a outra. Além disso, fazemos uma pequena contextualização histórica ao falar sobre Søren Sorensen e porque a escala de pH foi criada. Explicamos o que é o logaritmo e como calculamos o pH, cuja concentração de íons H⁺ é uma potência de 10.

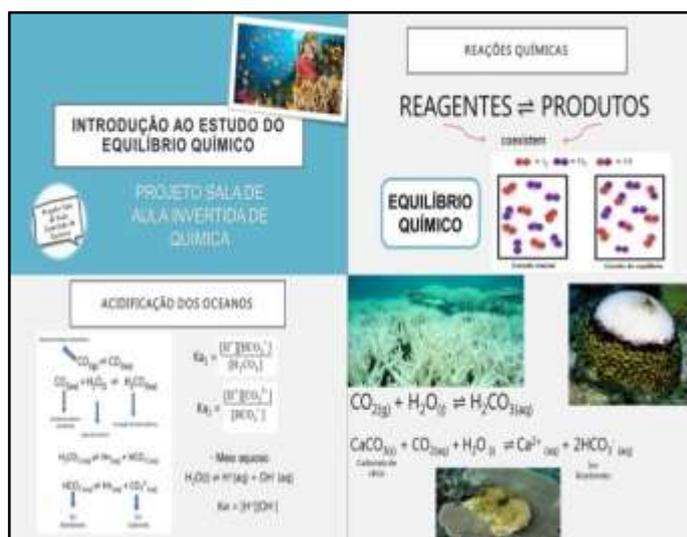
Informações do Vídeo 3

Título: Como calcular o pH e o pOH?

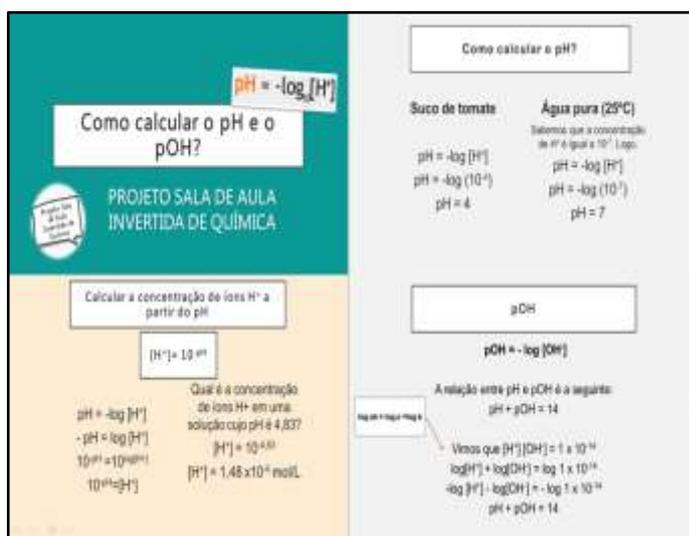
Duração: 6min07s

URL do vídeo: <https://youtu.be/bufZIJJSCTw>

Resumo: Neste vídeo abordamos como calcular o pH e o pOH. Para isso, discutimos vários exemplos de soluções, incluindo aquelas em que uma calculadora é necessária para resolver o logaritmo da concentração de íons H⁺. Também descobrimos a concentração de íons H⁺ de soluções a partir do pH e da concentração de íons OH⁻. Ao final, abordamos o pOH.



Informações do Vídeo 4



Título: Introdução ao Estudo do Equilíbrio químico

Duração: 11min43s

URL do vídeo: https://youtu.be/d_Q288wDxJU

Resumo: A problemática da acidificação dos oceanos é o ponto de partida para introduzir o estudo do equilíbrio químico e continuar as discussões iniciadas nos vídeos anteriores. Elaboramos o vídeo a

partir das concepções prévias presentes na literatura e da turma da Licenciatura em

Química em que parte da SD foi aplicada. Por isso, tratamos do equilíbrio estático e dinâmico e não nos focamos em resolver cálculos da constante de equilíbrio. Mas sim, explicar sua origem. Ao final, discutimos o equilíbrio do gás carbônico dos oceanos e os impactos da acidificação.

Informações do Vídeo 5

Título: Perturbações no Equilíbrio químico

Duração: 9min33s

URL do vídeo: <https://youtu.be/WDtdDCxL0kA>

Resumo: No último vídeo da SD tratamos sobre como mudanças nas condições da reação (concentração, temperatura e pressão) afetam o equilíbrio. A produção em escala industrial da amônia é um dos exemplos apresentados para explicar o deslocamento do equilíbrio. Como também, mostramos que o Princípio de Le Chatelier pode ser aplicado ao equilíbrio do gás carbônico nos oceanos.



4 COMO PRODUZIR SEUS VÍDEOS

Através deste produto educacional, é possível que você tenha se interessado em produzir seus próprios vídeos. Esta tarefa pode ser desafiadora no início, porém lembre-se que com a prática e com o domínio de ferramentas de produção, gravar seus próprios vídeos não será tão difícil. Foram diversas gravações até chegássemos à versão final dos vídeos da SD.

Dessa forma, apresentamos neste capítulo quais etapas devem ser seguidas antes de iniciar uma gravação. Bem como, um breve tutorial dos programas de gravação e edição utilizados nessa SD. Primeiramente, é necessário tempo para elaboração de vídeos! De acordo com o trabalho de Telg (2015) sobre produção de vídeos educacionais, a primeira pergunta que deve ser feita é se os vídeos são o material didático ideal para o conteúdo que você quer ensinar. Bergmann e Sams (2015) também afirmam que, no início da implementação da SAI em sua escola, é ideal selecionar um a dois conteúdos a serem ensinados neste tipo de metodologia. Visto que, o professor precisará de tempo para selecionar e/ou produzir vídeos e pensar em atividades que serão uma continuação do aprendizado feito nos vídeos.

Você também precisa pensar quais são os objetivos do seu vídeo, que não podem ser muitos, pois se não o vídeo ficará muito longo. Além da validade das informações apresentadas no vídeo, ou seja, se elas ainda serão relevantes com o passar do tempo (TELG, 2015). Saiba quem são os seus estudantes ao elaborar seu roteiro. Eles saberão o significado das palavras do seu discurso? Ou você terá que explicá-las no próprio vídeo ou na sala de aula. Por isso é importante que outra pessoa leia seu roteiro antes de você gravá-lo, pois você pode ter deixado lacunas na sua explicação.

Ao elaborar roteiros para seus vídeos, não inclua muita informação, pois é provável que vídeo seja longo. Analise se as ideias principais podem ser destacadas na forma de texto e/ou se uma imagem não explica melhor o que será discutido. Lembre-se de usar imagens de domínio livre ou dê créditos aos seus autores. Além disso, leia seu roteiro em voz alta antes de gravá-lo para verificar se parece que você está conversando com seus estudantes ou se está apenas lendo (TELG, 2015).



Feito o roteiro, está na hora de fazer a gravação! Com o avanço dos smartphones e das câmeras digitais, é possível realizar gravações de baixo custo e de ótima qualidade. Na dissertação de mestrado de Freitas (2015), ele relata que um dos requisitos básicos para iniciar uma gravação deste tipo é ter um tripé para apoiar a câmera ou celular, o que impede que a imagem fique tremida e que seus braços fiquem cansados. Outro requisito é ter um microfone, pois se o áudio não for bom, os estudantes podem perder o interesse no vídeo. Já existem microfones acoplados a câmeras, mas você pode melhorar o áudio com um microfone de lapela ou de mesa.

Além disso, grave em lugar silencioso, que não faça eco e que não tenha um fundo que distraia os estudantes. Se houver algum ruído, você pode utilizar o programa Audacity para removê-los. Ao término da produção de seu vídeo, envie a um colega para que ele possa verificar se não há nenhum erro e/ou se as explicações e imagens foram adequadas para ensinar determinado conteúdo.

Além de gravações por meio de câmeras, você também pode elaborar uma apresentação de slides, por exemplo, no Microsoft Power Point® e utilizar softwares específicos para a captura de som e imagem da apresentação. Recomendamos o *iSpring Free Cam 8*, disponível para *Windows 10/8/7/Vista/XP* e cujo download e uso são de graça. Você precisa apenas cadastrar seu e-mail neste site <<https://www.ispringolutions.com/ispring-free-cam>>.

Para começar a gravar, clique em New Recording e o retângulo com linhas pontilhadas como o da Figura 5 aparecerá. Você pode aumentar ou diminuir o tamanho desse retângulo e tudo que estiver dentro dele será gravado.

Figura 5 – Tela de gravação do *iSpring Free Cam 8*



Fonte: Da Autora (2018).

PROJETO DE SALA DE AULA INVERTIDA: uma proposta de sequência didática sobre Equilíbrio Químico



Clique em Settings (Configurações), cujo ícone é uma engrenagem () , localizada no canto inferior esquerdo para configurar o microfone e as teclas de atalhos. Assim, durante a gravação você poderá usar essas teclas para parar/iniciar, encerrar e descartar, caso não fique satisfeito com sua gravação.

Além disso, certifique-se que a opção Record system sounds (gravar som do sistema) não está marcada nas configurações. De acordo com o suporte do programa esta é uma forma de garantir que você consiga salvar posteriormente a sua gravação na forma .wmv ou .mp4, caso apareça o erro “There was an error exporting to WMV” (Houve um erro ao exportar para WMV, *tradução nossa*). Foi esta mensagem de erro que ocorreu em meu computador e por isso, precisei utilizar também o *iSpringSuite*.

O suporte também relatou que não haverá problemas a utilização do programa se todos os componentes no computador do usuário funcionarem corretamente, como hardware e sistema operacional. Muitas vezes o antivírus também pode bloquear a conversão. Por isso, professor, confira se todos os recursos do vídeo do editor estão funcionando corretamente antes de iniciar a gravação.

Clique no botão vermelho localizado no canto inferior esquerdo () para iniciar a gravação. As linhas pontilhadas do retângulo ficarão vermelhas indicando que a gravação já está em andamento. Após terminar a gravação, salve seu projeto através do ícone em formato de disquete no canto superior esquerdo da tela. Para fazer a edição clique em “Edit” e outra tela será aberta como podemos ver na figura 6. Nela é possível remover sons indesejados (Remove noise), para isso você precisa selecionar com o cursor um trecho que apresenta o ruído, que o programa removerá esse mesmo ruído em toda a extensão do vídeo. Você também pode ajustar o volume (Adjust volume) para deixá-lo mais alto, e realizar outros efeitos no som.

Para fazer cortes no vídeo, selecione com o cursor o trecho desejado, que ficará em amarelo como na figura 6 e pressione a tecla “delete”. Para saber se você fez o corte no trecho certo, o programa permite que você escute e veja apenas a parte selecionada. Quando terminar a edição, você pode salvar o vídeo (Save as Video) em .wmv ou .mp4 ou enviá-lo diretamente para seu canal no *YouTube*.



Figura 6 – Tela de gravação do *iSpring Free Cam 8*



Fonte: Da Autora (2018).

Você pode fazer um grande vídeo no *iSpring Free Cam 8* ou fazer pequenos vídeos e depois conectá-los num editor de vídeos. Então, prepare-se, pois a edição pode ser um processo demorado. De acordo com Telg (p.4, 2015), “para cada um minuto de vídeo finalizado num programa, pelo menos uma hora é gasta para a edição”. Mas não se preocupe, pois com a prática e dependendo do conteúdo do vídeo, reduzirá esse tempo.

Nós recomendamos o uso do programa de edição *HitFilm 4 Express*, que suporta a inserção de vídeos com tamanhos maiores, além da adição de música de fundo e de outros efeitos. O download do programa está disponível neste link <<https://hitfilm.com/express>>. É possível que já exista uma nova versão deste programa quando você utilizá-lo.

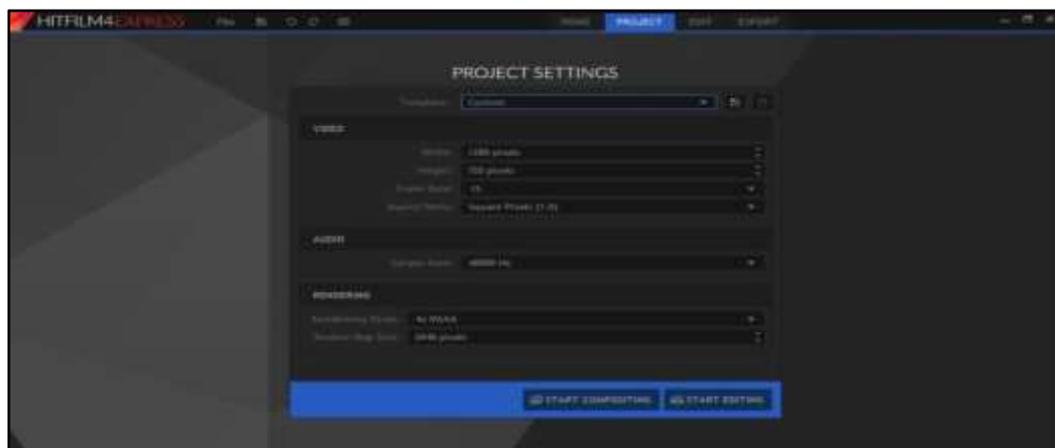
Até o momento da escrita deste produto educacional verifiquei que existe a versão *HitFilm 2017 Express* e que eles não enviam mais códigos para a versão 4. Porém, o programa continua muito parecido com a versão anterior e acreditamos que essas dicas te ajudaram a fazer as suas primeiras edições. Então, você precisa cadastrar um login e senha no site do desenvolvedor e ele enviará por e-mail um código para ativar o programa.

Para iniciar a edição de seus vídeos clique em “New” no canto superior esquerdo para criar um novo projeto. Você será redirecionado para as configurações do projeto (Project Settings), em que será possível ajustar o tamanho de tela, sua



resolução (1080p, 720p, etc) e a quantidade de frames por segundo (frame rate). Nós utilizamos a configuração Custom (Personalizado) para o template e 15 frames por segundo, como pode ser visto na figura 7.

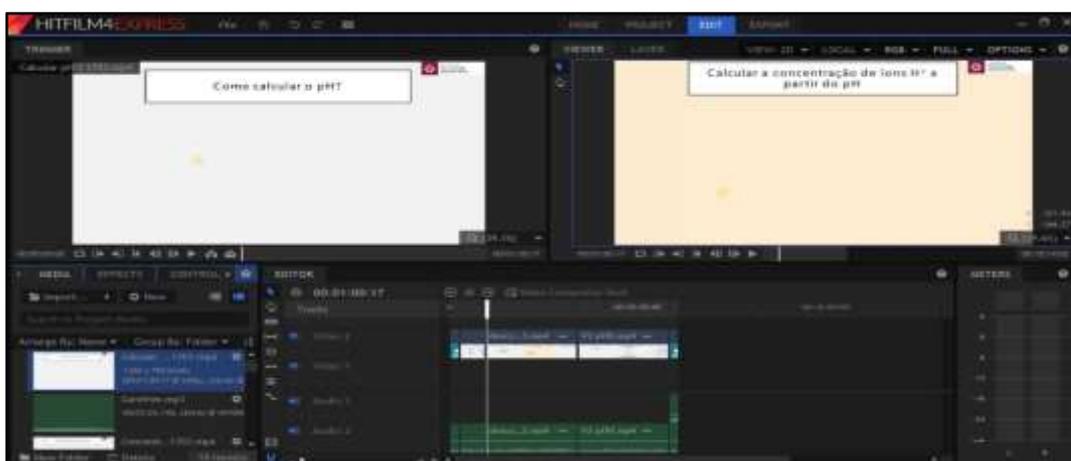
Figura 7 – Tela da Configuração de Projetos do *HitFilm 4 Express*



Fonte: Da Autora (2018).

Clique em “Start editing” (comece a editar) e depois em “Import” para abrir seus vídeos no programa. Na aba de edição existem duas telas, como pode ser visto na figura 8.

Figura 8 – Tela de edição de projetos do *HitFilm 4 Express*



Fonte: Da Autora (2018).

Uma das telas é chamada Trimmer, em que você define um ponto inicial (Set in point, cuja tecla acesso rápido é a letra I) e um final (set out point, cuja tecla de acesso rápido é a letra O), resultando no corte do que é indesejado. Ao final, é PROJETO DE SALA DE AULA INVERTIDA: uma proposta de sequência didática sobre Equilíbrio Químico



possível adicionar este clipe a linha do tempo ao clicar no ícone (Insert Clip), cuja tecla de acesso rápido é a letra B. Na tela Viewer, você pode observar uma prévia da edição final do vídeo.

Os vídeos podem ser adicionados à linha do tempo ao serem arrastados da “Media” (mídia) ao local desejado. Além disso, todo arquivo de vídeo será dividido em imagem e áudio na linha do tempo e quando você arrastar a imagem o áudio acompanhará este movimento. Para excluir o áudio de um vídeo é necessário separá-lo do vídeo através da opção “Unlink” (desvincular), que pode ser acessada através do botão direito do mouse. Assim, imagem e som estarão separados e você poderá excluir um ou outro.

É possível diminuir o volume das músicas que compõe a trilha sonora do seu vídeo. Mas, lembre-se que essas músicas não podem distrair os estudantes e ter direitos autorais, a não ser que você pague por esses direitos. Há vários produtores musicais que disponibilizam suas músicas gratuitamente e é preciso apenas referenciá-los no vídeo. O *YouTube* também possui uma biblioteca de áudio com 160 canções de vários gêneros que podem ser acessadas através deste link: <<https://www.youtube.com/audiolibrary/music>>.

Assim, clique em “Controls” (controles), que está abaixo da tela de Trimmer e pode ser visualizado na figura 8 acima, selecione Properties (propriedades) e aumente ou diminua o Level (nível do som). Você também poderá adicionar efeitos nas transições de vídeo e até mesmo no áudio na opção “Effects” que está ao lado de “Media”. Para adicionar marcações, títulos, legendas e outros efeitos, recomendamos que você procure por tutoriais na Internet e no *Youtube*.

Por fim, clique em “Export” (exportar) para salvar a edição final em mp4 ou postar diretamente no *Youtube*. Os vídeos após a edição podem ter um tamanho grande, o que dificulta seu anexo em e-mails. Por isso, recomendamos que você poste no *Youtube* ou outra rede social, como o Facebook, para que seus estudantes tenham acesso. Professor (a), esperamos que essas dicas o motivem a produzir seus próprios vídeos!

5 OBSTÁCULOS À IMPLEMENTAÇÃO DA SALA DE AULA INVERTIDA

O primeiro obstáculo quando se pensa em implementar uma SAI no Ensino Médio que utiliza vídeos como material pedagógico é se os estudantes terão acesso a esses vídeos, ou melhor se eles possuem acesso à Internet. É muito mais fácil disponibilizar os vídeos numa plataforma digital, como o YouTube do que fazer cópias dos vídeos em CDs e DVDs. Foi observado que 96,2% deles possuíam celulares, porém é possível que eles tenham apenas acesso às redes GSM ou 3G, cujo pacote de dados pode ser rapidamente gasto ao visualizar vídeos no YouTube.

Devido a essa falta de acesso, a sugestão é a escola disponibilizar a sala informática para os estudantes no horário oposto ou mesmo no intervalo entre as aulas. Assim, a Internet não seria necessária, porque o professor poderia gravar os vídeos no próprio computador. Porém, na escola em que foi feita a aplicação da primeira etapa da SD é difícil para eles deixarem os estudantes sem acompanhamento na sala de informática, visto que a partir de 2017, não há mais professores responsáveis por essas salas na rede estadual conforme o edital nº 1.960 de 27 de julho de 2016 (SANTA CATARINA, 2016).

Neste edital o Estado não solicitou a contratação de professores ACT (Admitido em Caráter Temporário) para esta posição e é provável que esta situação também seja encontrada em outras escolas públicas de Santa Catarina. Dessa forma, sugere-se que os estudantes formem grupos para fazer as atividades da pré-aula juntos ou ainda como foi feito por Bergmann e Sams (2016) que tragam seus celulares ou *pendrives* para que o professor possa gravar os vídeos ali.

Outro obstáculo pode ser a falta de interesse dos estudantes em visualizar os vídeos, como foi o caso dos estudantes da primeira etapa e participar das atividades. Este é um receio que alguns professores podem ter em aplicar a SAI em suas aulas. Porém, segundo Oliveira, Araujo e Veit (2016) vários educadores praticantes da SAI conseguiram encontrar soluções para esta situação, como atribuir um conceito avaliativo para esta pré-aula. Assim, é levado em conta o esforço desempenhado e o raciocínio para responder as atividades e não simplesmente a correção das respostas.

Além disso, Bergmann e Sams (2016) colocam que os estudantes que não visualizam os vídeos perdem o conteúdo e a oportunidade de interagir com o professor. Eles voltam ao modelo tradicional, pois assistem aos vídeos na aula, ao

PROJETO DE SALA DE AULA INVERTIDA: uma proposta de sequência didática sobre Equilíbrio Químico

invés de interagir com o professor e precisam desempenhar a tarefa em casa. Porém, eles logo percebem que a orientação do professor e dos colegas é melhor do que fazer as tarefas sozinhos em casa e passam a fazer as atividades.

Outra solução seria firmar um contrato didático, ou seja, um pacto entre o professor e os estudantes para a efetivação do ensino e da aprendizagem (PINTO, 2003). Este contrato está presente em toda situação de ensino e muitas vezes suas regras são implícitas, porém elas se constituem à medida que as responsabilidades do professor e dos estudantes em relação ao saber é efetivada (PINTO, 2003). Muitas vezes os estudantes tem dificuldade em entrar no contrato didático do professor, pois a parte implícita é um obstáculo para eles.

Dessa forma, quando ao criar um contrato com os estudantes sobre a SAI deixe claro para o estudante o que se espera dele, quais são os benefícios da SAI e quais obstáculos ele pode encontrar durante a aplicação desta metodologia. Assim, ao se retirar a parte implícita do contrato, os estudantes poderão estar mais preparados para participar das atividades da SAI.

Os pais e a direção da escola também podem ser um obstáculo a implementação da SAI. Segundo Bergmann e Sams (2016) eles podem pensar que esta metodologia é um tipo de ensino EaD (ensino à distância) e que professor não ensinará seus filhos. Assim, é importante explicar para os pais o que significa inverter a sala de aula e seus benefícios. Como o professor tentará fazer com que os vídeos sejam acessíveis por todos, é provável que eles apoiem a iniciativa. Na aplicação no Ensino Médio não houve problemas deste tipo, pois foi tanto a diretora da escola quanto a professora titular de Química aprovou o projeto e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste produto educacional apresentamos uma SD baseada na metodologia de ensino da Sala de Aula Invertida. Esta SD foi o resultado da leitura e análise de referenciais teóricos e de aplicações em turmas do Ensino Médio e Superior. Assim, nosso objetivo foi elaborar um material de apoio ao professor. Por isso, desenvolvemos cinco vídeos e os disponibilizamos no *YouTube*. Além de procurarmos por experimentos com reagentes de baixo custo, simulações livres e outras atividades para compor a SD.

A SAI não segue o formato de uma aula tradicional, ou seja, não é um repasse do conteúdo na forma de um vídeo ou da leitura de um capítulo de um livro. Utilizar a SAI é disponibilizar um tempo maior para discussões que auxiliem na aprendizagem. Como também incentivar os estudantes a procurar outras fontes de pesquisa além daquelas sugeridas pelo professor. Porém, será mais difícil colocar este modelo em prática se o estudante ou se a escola não tiver os recursos para acessar os vídeos.

Os resultados obtidos na aplicação dos quatro primeiros momentos da SD mostram que é possível utilizar a Sala de Aula Invertida numa escola pública. Por isso, convidamos você professor (a) a ler a dissertação “Sala de Aula Invertida no Ensino de Química: uma proposta de sequência didática sobre Equilíbrio Químico”. Na dissertação você poderá verificar estes resultados e obter maiores informações sobre a SAI e o desenvolvimento da SD.

Caso você tenha qualquer dúvida em relação a SAI e/ou a SD, não hesite em me contatar pelo e-mail luizapr65@gmail.com. Você também pode compartilhar comigo qual foi a reação dos estudantes a esta metodologia e se você verificou uma melhora na aprendizagem nos conteúdos químicos. Então compartilhe suas experiências com a SAI, tanto os acertos quanto os erros, que na verdade, não são realmente erros, mas novas formas de aprender para adaptar esta metodologia de ensino a sala de aula brasileira.

REFERÊNCIAS

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de química**: Questionando a vida moderna e o meio ambiente. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BERGMANN, J.; SAMS, A. **Sala de aula invertida**: uma metodologia ativa de aprendizagem. Tradução de Afonso Celso da Cunha Serra. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

BRASIL, Ministério da Educação – MEC, Secretaria de Educação Média e Tecnológica – Semtec. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEX/Semtec, 2002.

FREITAS, V. J. D. **A Aplicabilidade da Flipped Classroom no Ensino de Física para Turmas da 1ª Série do Ensino Médio**. 2015. Dissertação (Mestrado em Profissional em Ensino de Física – Universidade Federal do Espírito Santo), Vitória, 149 f. 2015.

GEPEC (Grupo de Pesquisa em Educação Química- USP). Equilíbrio Ácido \rightleftharpoons Base: Extrato de repolho roxo como indicador universal de pH. **QNEsc**. N.1, p.32-33, maio 1995.

IFSC (São Paulo). **pH do planeta**. 2011. Disponível em: <https://www.ifsc.usp.br/~ambiental/images/PDF/pH_do_planeta_-_fundamental.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2017

MACHADO, A. H.; ARAGÃO, R. M. R. de. Como os estudantes concebem o estado de equilíbrio químico. **Química Nova na Escola**, n. 4, p.18-20, nov. 1996. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc04/aluno.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2017.

MARTIN, M. da G. M. B; FRAGA, S. K.; RAULINO, F. Mapas Conceituais como Forma de Verificar a Aprendizagem Significativa de uma Sequência Didática de Química. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), 11, 2015, Águas de Lindóia – SP. **Anais...**, 2015, p. 1-8. Disponível em: <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R1564-1.PDF>>. Acesso em: 25 ago. 2017.

MARTÍN, A. P. **Flipped Learning**. Aplicar el modelo de aprendizaje inverso. Madrid (Espanha): Narcea, 2017.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química: Ensino Médio**. 3. ed. 2v. São Paulo: Scipione, 2017.

OFUGI, M. S. **A sala de aula invertida como técnica alternativa de ensino: um enfoque no desenvolvimento da autonomia do aprendiz de inglês como L2/LE**. 2016. 135 f. Dissertação (Mestrado em Letras e Linguística) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

OLIVEIRA, A. M. de. **Concepções Alternativas de Estudantes do Ensino Médio sobre Ácidos e Bases: um estudo de caso**. 2008. 71 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/13870>>. Acesso em: 11 jun. 2016.

OLIVEIRA, M. K. de. **Vygotsky: Aprendizado e desenvolvimento: um processo histórico-cultural**. São Paulo: Scipione, 2009.

OLIVEIRA, T. E. de; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Sala de aula invertida (flipped classroom): inovando as aulas de física. **Física na Escola**, São Paulo, v. 14, n. 2, p.4-13, 2016. Disponível em: <<http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol14-Num2/a02.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2018.

PINTO, N.B. Contrato didático ou contrato pedagógico? **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 4, n.10, p.93-106, set./dez. 2003. Disponível em: <<https://periodicos.pucpr.br/index.php/dialogoeducacional/article/view/6437/6341>>. Acesso em: 09 set. 2018

PONTOCIÊNCIA. **Equilíbrio amido-iodo**. 2009. Disponível em: <<http://pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/equilibrio-amido-iodo/315>>. Acesso em: 12 maio 2017.

SANTA CATARINA. Secretaria do Estado de Educação. Edital nº 1.960 /2016/ SED. Florianópolis: 2016. Disponível em: <<http://www.sed.sc.gov.br/documentos/recursos-humanos-161/act-188/act-2017-2018/editais-2017-2018>>. Acesso em: 12 ago. 2017.

SCHNEIDER, C. K. **Parâmetros para Produção de Vídeos Educacionais para o Ensino de Ciência e Tecnologia no Contexto da Mobilidade e Conectividade**. [s.l.] Instituto Federal Sul-Rio-Grandense - Pelotas, 2014a.

SILVA, J. L.; STRADIOTTO, N. R. Soprando na água de cal. **Qnesc**, n. 10, p.51-53, nov. 1999. Disponível em: <<http://qnesc.sbgq.org.br/online/qnesc10/exper2.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2016.

TONIETTO, Alessandra Emanuele. **Princípios do Equilíbrio Químico**. Disponível em:<http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/tonietto/materiais/Pratica_9___Principios_de_equilibrio_quimico.pdf>

TELG, R. Producing an Educational Video. **Agricultural Education and Communication Department**, v. 1, n. AEC343, p. 1-5, 2015. Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/WC/WC02400.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2018.

TARVIN, Allison. Origami Rabbits and Flipped Chemistry Classroom: Use an Origami Tutorial to Teach Students How to Learn from Videos. Disponível em: <<https://www.chemedx.org/blog/origami-rabbits-and-flipped-chemistry-classroom-use-origami-tutorial-teach-students-how-learn>>. Acesso em: 20 abr. 2017.

TERCI, Daniela Brotto Lopes; ROSSI, Adriana Vitorino. Indicadores naturais de pH: usar papel ou solução? **Quim. Nova**, v. 25, n. 4, p.684-688, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v25n4/10546.pdf>>. Acesso em: 15 mar.

TREVELIN, A. T. C.; PEREIRA, M. A. A.; NETO, J. D. D. O. A utilização da "sala de aula invertida" em cursos superiores de tecnologia: Comparação entre o modelo tradicional e o modelo invertido "flipped classroom" adaptado aos estilos de aprendizagem. **Revista de Estilos de Aprendizagem**, v. 11, n. 12, p. 1-14, Outubro 2013.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 7ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

Universidade do Colorado: PhET. **Escala de pH**. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/ph-scale/latest/ph-scale_pt_BR.html>. Acesso em: 03 abr. 2017.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionário sobre o acesso à internet

APÊNDICE B – Material Instrucional do momento 3

APÊNDICE C – Questionário da simulação do momento 4

APÊNDICE D – Jogo “Quebra-cabeças de equações químicas”

APÊNDICE E – Questionário de investigação das concepções prévias dos estudantes sobre o equilíbrio químico

APÊNDICE F – Roteiro experimental - Equilíbrio dos íons cromato e dicromato em meio aquoso

APÊNDICE G – Roteiro experimental – Soprando na água de cal

APÊNDICE H – Roteiro experimental – efeito da temperatura

APÊNDICE I – Entrevista semiestruturada

APÊNDICE J – Questionário sobre as percepções dos estudantes sobre a sala de aula invertida

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO SOBRE O ACESSO À INTERNET

Estudante _____ Turma: _____ Data: _____

Responda as questões abaixo marcando um X na alternativa que melhor se encaixa com o seu perfil:

1. Você possui um computador/notebook em sua casa?

- Sim
- Não

2. Você possui um computador/notebook com acesso à internet em sua casa?

- Sim
- Não

3. Você possui um celular ou tablet com acesso à internet?

- Sim
- Não

3. Você possui um aparelho de DVD ou de Blu-ray em casa?

- Sim
- Não

Se sua resposta às questões anteriores for sim, responda as próximas duas perguntas.

5. Em qual(is) dispositivo(s) você costuma acessar a internet?

- Computador ou Notebook
- Celular ou Tablet
- Outro. Qual? _____

6. Você costuma assistir vídeos em qual(is) dispositivo(s)?

- Computador ou Notebook
- Celular ou Tablet
- Aparelho de DVD ou Blu-ray
- Outro. Qual? _____

 APÊNDICE B – MATERIAL INSTRUCIONAL DO MOMENTO 3

Equipe: _____ Turma: ____

Atividade Experimental: Conhecendo a escala de pH
Objetivo:

Construir uma escala de pH.

Material necessário:

- ✓ Tubos de ensaio ou copos plásticos;
- ✓ Suco de repolho roxo;
- ✓ Substâncias para teste de pH: suco e refrigerante de limão, vinagre, leite, álcool, detergente, shampoo, leite de magnésia, desinfetante, água.
- ✓ Escala de pH do repolho roxo

Procedimento Experimental

- ✓ Adicione algumas gotas do suco de repolho roxo nas substâncias as quais se deseja medir o pH.
- ✓ Em seguida, relacionar as substâncias na escala de pH de acordo com as cores observadas.
- ✓ **Complete a tabela:**

Substância	Cor após adição do indicador	pH aproximado	Ácido, base ou neutro

Responda:

- 1) O que faz com que as substâncias mudem de cor após a adição do indicador de repolho roxo?
- 2) Ordene as substâncias da mais ácida para a mais básica.
- 3) Porque algumas substâncias apresentaram a mesma cor após a adição do indicador?

 APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DA SIMULAÇÃO DO MOMENTO 4

Simulação PhET: Escala de pH
Objetivos

- Identificar se as substâncias da simulação são ácidas, básicas ou neutras;
- Calcular o pH das substâncias presentes na simulação;
- Determinar a concentração de íons hidrônio (H_3O^+) e de íons hidroxila (OH^-) das substâncias presentes na simulação,
- Explicar como a diluição afeta o pH e a concentração de íons H_3O^+ e OH^-

Revisão de matemática: Qual é o número maior entre $1,0 \times 10^{-14}$ ou $1,0 \times 10^{-11}$?
E entre $1,0 \times 10^9$ e 1×10^3 ?

Na aula anterior, estudamos como a mudança de cor em indicadores nos auxilia a identificar se uma substância é ácida, básica ou neutra. Agora utilizaremos uma simulação para estudar como o pH varia de acordo com a concentração em mol/L de H_3O^+ e de OH^- .

Acesse o site https://phet.colorado.edu/sims/html/ph-scale/latest/ph-scale_pt_BR.html e quando a simulação carregar, clique na opção micro. Nessa opção temos um béquer que pode ser preenchido por 1,2 L de solução de vários produtos, bem como temos duas torneiras, a inferior esvazia o béquer, enquanto que a superior completa-o com água. Também existe um conta-gotas na parte superior que preenche o béquer com a substância analisada. Familiarize-se com a simulação e responda as questões a seguir:

1) Explore as substâncias da simulação e complete a tabela a seguir com duas substâncias ácidas, 1 neutra e duas básicas. Escreva o pH, a concentração em mol/L de H_3O^+ e de OH^- .

Substância	pH	$[\text{H}_3\text{O}^+]$	$[\text{OH}^-]$

2) Agora utiliza a sua calculadora científica ou a do celular no modo científico para calcular o pH de três substâncias da sua escolha. Utiliza apenas duas casas após a vírgula e confira seus resultados na simulação. Após completar a tabela, coloque as substâncias na ordem da mais ácida para a mais básica.

Substância	[H ₃ O ⁺]	pH
Sabonete	1,0 x 10 ⁻¹⁰	
Cerveja	3,2 x 10 ⁻⁵	
Leite	3,2 x 10 ⁻⁷	

3) Procure o pH do café e do ácido de bateria (ácido sulfúrico, H₂SO₄). Quantas vezes mais ácido é o ácido de bateria do que o café? Dica: divida a concentração de íons H₃O⁺ pela concentração de íons H₃O⁺ do café. Ou observe quantas unidades de pH existem entre as duas substâncias e lembre-se que o pH é calculado pelo logaritmo na base 10.

4) Como vimos no vídeo, que foi a tarefa anterior a essa aula, também existe a escala de pOH, que está relacionada com a concentração de íons OH⁻, também conhecida como concentração hidroxiliônica. Além disso, a soma do pH + pOH é igual a 14. Calcule o pOH de três substâncias

Substância	[OH ⁻]	pH	pOH
Cuspe			
Suco de laranja			
Líquido secante			

5) Observe o pH, a 25°C de alguns materiais

Material	pH
Vinagre	3,0
Vinho	3,5
Água com gás	4,0
Cerveja	4,5
Café	5,0

Qual possui a maior concentração hidroxiliônica?

6) Volte para a simulação e mude para a opção *Minha solução*. Utilize as setas verdes para diminuir a concentração de íons H₃O⁺, clique em razão de H₃O⁺/OH⁻ e observe o que acontece com o número de íons e o pH. Agora diminua a concentração de íons OH⁻. Escreva uma frase explicando a relação entre o pH e a concentração de íons H₃O⁺ e de OH⁻

7) Agora vamos estudar uma variável que afeta o pH. Volte para a opção micro da simulação e observe o que acontece quando você adiciona água numa substância ácida e numa básica. O que aconteceu com a concentração de íons H_3O^+ e de íons OH^- ? Explique qual a relação entre a concentração da solução e o pH.

 APÊNDICE D – JOGO “QUEBRA-CABEÇAS DE EQUAÇÕES QUÍMICAS”
Material necessário:

- Folhas sulfite;
- Cartolina;
- Papel Contact.

Procedimento:

Faça a impressão das substâncias químicas sugeridas abaixo em tamanho grande para ser utilizada pelo professor e em tamanho menor para os estudantes. Não se esqueça de imprimir as flechas e sinais de soma. Algumas reações apresentam o coeficiente estequiométrico igual ou maior que 2, assim, repita a impressão da substância química.

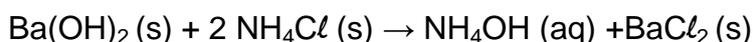
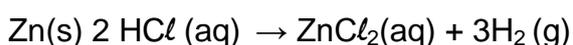
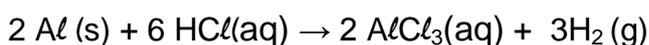
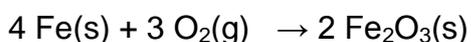
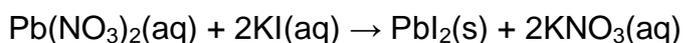
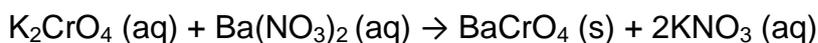
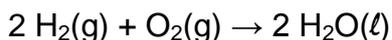
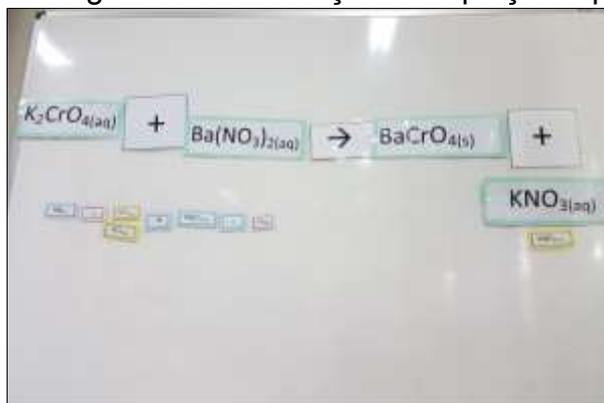
Reações químicas:

Figura 8 – Exemplos do Jogo “Quebra-cabeças de equações químicas”



Fonte: MARTIN, FRAGA, RAULINO (2015).

APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO DE INVESTIGAÇÃO DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS DOS ESTUDANTES SOBRE O EQUILÍBRIO QUÍMICO

Caros estudantes,

Gostaríamos que respondessem as questões abaixo sobre Equilíbrio Químico que serão fundamentais para o desenvolvimento das nossas aulas. Este questionário não é avaliativo.

- 1) O que significa dizer que uma reação química atingiu o estado de equilíbrio?
- 2) Como podemos diferenciar um equilíbrio estático de um dinâmico? Dê exemplos de equilíbrios estáticos e dinâmicos.
- 3) Represente na forma de um desenho o equilíbrio químico $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$
- 4) Quais informações podemos retirar da constante de equilíbrio?
- 5) Escreva a expressão da constante algébrica para a reação da questão 3.
- 6) O que a expressão “deslocar o equilíbrio” representa para você? Em que situação ela é utilizada?

APÊNDICE F – ROTEIRO EXPERIMENTAL - EQUILÍBRIO DOS ÍONS
CROMATO E DICROMATO EM MEIO AQUOSO

MATERIAIS E REAGENTES

09 Tubos de ensaio	$K_2Cr_2O_7$ 0,1 mol L ⁻¹
Pipetas	K_2CrO_4 0,1 mol L ⁻¹
HCl 1,0 mol L ⁻¹	NaOH 1,0 mol L ⁻¹
$Ba(NO_3)_2$ 0,1 mol L ⁻¹	Recipiente para descarte

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Atenção! Sais de cromo hexavalente ($K_2Cr_2O_7$ e K_2CrO_4) são significativamente tóxicos e devem ser manuseados com cuidado e responsabilidade. Em caso de contato com a pele, lave-a com água em abundância. Após a prática, descartar os resíduos no recipiente indicado pelo professor.

Parte 1. Equilíbrio dos íons cromato e dicromato em meio aquoso

1. Coloque 10 gotas de cromato de potássio em um tubo de ensaio, e 10 gotas de dicromato de potássio em outro tubo. Anote a cor de cada solução. Estes tubos servem para demonstrar a coloração das soluções.
2. Em outros dois tubos de ensaio coloque 10 gotas de K_2CrO_4 e $K_2Cr_2O_7$, respectivamente, uma solução em cada tubo. Acrescente gota a gota, NaOH alternadamente em cada um dos tubos até a mudança de cor em um deles. Anote as cores neste momento. **Guarde essas soluções para a etapa 5.**
3. Repita o procedimento anterior e desta vez acrescente HCl gota a gota, alternadamente em cada um dos tubos até a mudança de cor em um deles. **Guarde essas soluções para a etapa 4.**
4. Acrescente gota a gota, NaOH a um dos tubos da etapa 3 até a mudança de cor. Anote a cor final.
5. Em um dos tubos da etapa 2 acrescente gota a gota, HCl até a mudança de cor. Anote a cor final.

Parte 2. Equilíbrio do cromato de bário – Sistemas reversíveis e equilíbrio químico – Investigando o equilíbrio do cromato/dicromato

1. Em um tubo de ensaio coloque 10 gotas de K_2CrO_4 e acrescente, gota a gota, nitrato de bário até perceber alguma alteração. **Guarde este tubo para a etapa 3.**
2. Em outro tubo de ensaio, coloque 10 gotas de $K_2Cr_2O_7$. Acrescente 2 gotas de HCl e depois 10 gotas de $Ba(NO_3)_2$. Anote se houve mudança de cor e/ou formação de precipitado. **Guarde esse tubo de ensaio para o item 4.**
3. Ao tubo de ensaio da etapa 1 acrescente, gota a gota, HCl até notar alguma alteração. Anote o que observou.
4. Ao tubo de ensaio da etapa 2 acrescente NaOH até notar alguma modificação.
5. Em outro tubo de ensaio coloque 20 gotas de K_2CrO_4 e em outro tubo 20 gotas de $K_2Cr_2O_7$. Acrescente algumas gotas de $Ba(NO_3)_2$ a cada um dos tubos.

Ao terminar, descarte o conteúdo dos tubos de ensaio nos recipientes indicados para os resíduos. Faça uma pré-lavagem ainda no béquer de descarte e depois então, lave-os e deixe-os virados com a boca para baixo.

Com base nas observações feitas, anote a cor observada em cada tubo de ensaio e escreva as equações químicas em equilíbrio envolvidas. Faça estas tabelas em uma folha para entregar.

PARTE 1		
Etapa	Cor observada nos tubos	Reação química
1		
2		
3		
4		
5		

PARTE 2		
Tubo	Cor observada Formação de precipitado	Reação química
1		
2		
3		
4		
5		

QUESTIONÁRIO

- 1) O que significa para você ou como você interpreta a expressão: "equilíbrio cromato/dicromato"?
- 2) Na etapa 4 da Parte 1 o que aconteceu com o equilíbrio cromato/dicromato? De que forma a adição de ácido na solução do tubo (1 ou 2) influenciou no equilíbrio?
- 3) Na etapa 5 da Parte 1 o que aconteceu com o equilíbrio cromato/dicromato? De que forma a adição de base na solução do tubo (3 ou 4) influenciou no equilíbrio?
- 4) Considerando que o meio é **aquoso** a adição de ácido na etapa 4 e de base na etapa 5 influenciará no equilíbrio iônico da água? Se sim, como?
- 5) A partir da reação química envolvida, explique as mudanças de cor observadas na etapa 4 e 5 através dos princípios de equilíbrio químico.
- 6) Na etapa 3 da Parte 2, o que acontece com o equilíbrio cromato/dicromato? De que forma a adição do ácido no tubo 1 irá influenciar no equilíbrio?
- 7) Na etapa 4 da Parte 2, o que acontece com o equilíbrio cromato/dicromato? De que forma a adição de base no tubo 2 irá influenciar no equilíbrio?
- 8) O que você pode concluir em relação ao que foi observado na etapa 5?

REFERÊNCIAS

TONIETTO, Alessandra Emanuele. **Princípios do Equilíbrio Químico**. Disponível em: <http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/toniETTO/materiais/Pratica_9__Principios_de_equilibrio_quimico.pdf>

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta. **Química: Ensino Médio**. 3. ed. 2v. São Paulo: Scipione, 2017.

RESPOSTAS

PARTE 1		
Etapa	Cor observada nos tubos após a adição de reagente	Reação química
1	Amarelo (cromato) Laranja (dicromato)	K_2CrO_4 (cromato de potássio) $K_2Cr_2O_7$ (dicromato de potássio)
2	Tubo 1 (cromato) – amarelo Tubo 2 (dicromato) – amarelo	Equação iônica: $Cr_2O_7^{2-} + OH^- \rightleftharpoons CrO_4^{2-} + H_2O$ Equação completa: $K_2Cr_2O_7 + NaOH \rightleftharpoons K_2CrO_4 + H_2O + NaCrO_4$

3	Tubo 3 (cromato) – laranja Tubo 4 (dicromato) – laranja	Equação iônica: $\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ Equação completa: $\text{K}_2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{KCl}$
4	Tubo 1 (cromato) – laranja Tubo 2 (dicromato) – laranja	$\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CrO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
5	Tubo 3 (cromato) – amarelo Tubo 4 (dicromato) – amarelo	$\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CrO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
PARTE 2		
Tubo	Cor observada Formação de precipitado	Reação química
1	Amarelo, Precipitado amarelo.	$\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightleftharpoons \text{BaCrO}_{4(s)} + 2\text{KNO}_3$
2 – Adição de ácido	Laranja, pouco precipitado.	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightleftharpoons \text{BaCr}_2\text{O}_7(\text{aq}) + 2\text{KNO}_3$
3	Laranja, diminuição do precipitado.	$\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightleftharpoons \text{BaCr}_2\text{O}_7(\text{aq}) + 2\text{KNO}_3$
4	Amarelo, aumento do ppt	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CrO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightleftharpoons \text{BaCrO}_{4(s)} + 2\text{KNO}_3$
5	Laranja, pouco ppt	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightleftharpoons \text{BaCr}_2\text{O}_7(\text{aq}) + 2\text{KNO}_3$

QUESTIONÁRIO - RESPOSTAS

1) O que significa para você ou como você interpreta a expressão: "equilíbrio cromato/dicromato"?

R: Significa que não teremos apenas cromato ou dicromato em uma solução aquosa, que a reação entre eles é reversível, ou seja, podemos até deslocar o equilíbrio para termos uma maior concentração de um ou outro, mas o outro íon ainda continuará existindo em solução.

2) Na etapa 4 da Parte 1 o que aconteceu com o equilíbrio cromato/dicromato? De que forma a adição de ácido na solução do tubo (1 ou 2) influenciou no equilíbrio?

R: O equilíbrio foi perturbado pela adição de ácido. Inicialmente tínhamos os tubos com cromato (tubo 1) e dicromato (tubo 2) e adição de base, fez com que a solução dos dois tubos ficasse amarela. Logo, deslocamos o equilíbrio para a formação de cromato. Posteriormente, adicionamos ácido e no tubo 1, favorecemos a formação de dicromato e a solução ficou laranja. Já no tubo 2, nós também perturbamos o equilíbrio iônico da água. Nós diminuimos a concentração de OH^- , pois ela reagiu com o ácido para formar água. Logo, diminuimos a concentração de um dos reagentes (OH^-) e de acordo com o princípio de Le Chatelier, o equilíbrio é deslocado para a formação dos reagentes e a cor da solução muda para laranja.

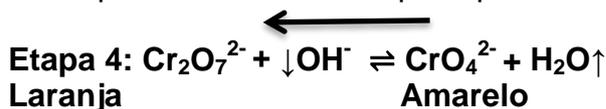
3) Na etapa 5 da Parte 1 o que aconteceu com o equilíbrio cromato/dicromato? De que forma a adição de base na solução do tubo (3 ou 4) influenciou no equilíbrio?

R: Também foi perturbado para a formação de dicromato. Na etapa 3 ao adicionarmos o ácido ao tubo de cromato (tubo 3) e dicromato (tubo 4), deslocamos o equilíbrio para a formação de dicromato no tubo 3 e no tubo 4 continuamos com dicromato. Ao adicionarmos a base, consumimos o ácido no tubo 3 e deslocamos o equilíbrio para a formação de cromato e a solução fica amarela. Já no tubo 4, o dicromato reage com a base para formar cromato.

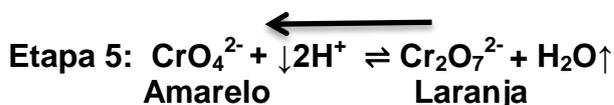
4) Considerando que o meio é **aquoso** a adição de ácido na etapa 4 e de base na etapa 5 influenciará no equilíbrio iônico da água? Se sim, como?

R: Sim, pois aumentamos a concentração de OH^- ou de H^+ e, conseqüentemente deslocamos o equilíbrio para a formação de H_2O .

5) A partir da reação química envolvida, explique as mudanças de cor observadas na etapa 4 e 5 através dos princípios de equilíbrio químico.



A solução era amarela e após a adição do ácido, tornou-se laranja, conforme explicação da questão 2.



A solução era laranja e após a adição da base, tornou-se amarela, conforme explicação da questão 3.

6) Na etapa 3 da Parte 2, o que acontece com o equilíbrio cromato/dicromato? De que forma a adição do ácido no tubo 1 irá influenciar no equilíbrio?

R: A solução se torna laranja, pois deslocamos o equilíbrio para a formação de dicromato. Observamos a diminuição do precipitado amarelo pálido, pois diminuimos a concentração de cromato, já que o transformamos em dicromato e formamos BaCr_2O_7 , que é solúvel.

7) Na etapa 4 da Parte 2, o que acontece com o equilíbrio cromato/dicromato? De que forma a adição de base no tubo 2 irá influenciar no equilíbrio?

R: É perturbado, pois favorecemos a formação do cromato e observamos a formação do precipitado amarelo pálido de BaCrO_4 .

8) O que você pode concluir em relação ao que foi observado na etapa 5?

R: Mesmo quando a solução estava laranja, o que nos levaria a concluir que apenas o dicromato estaria presente, o teste com nitrato de bário mostrou que existia certa quantidade de cromato no recipiente. Podemos concluir que o BaCrO_4 é insolúvel em água, enquanto que BaCr_2O_7 é solúvel. Na etapa 1 foi formado um precipitado amarelo pálido (BaCrO_4) a partir de uma adição de nitrato de bário.

APÊNDICE G – ROTEIRO EXPERIMENTAL – SOPRANDO NA ÁGUA DE CAL

Soprando na água de cal

Objetivo: Evidenciar como a concentração pode alterar o equilíbrio químico.

Material necessário:

- ✓ Tubo de ensaio
- ✓ Água de cal – solução aquosa de Ca(OH)_2
- ✓ Indicadores: azul de bromotimol e púrpura de metacresol ou fenolftaleína.
- ✓ Canudo plástico
- ✓ Pipeta de Pasteur

Procedimento Experimental:

- ✓ Transfira uma alíquota do sobrenadante da solução de hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2) ao tubo de ensaio por meio de uma pipeta de Pasteur;
- ✓ Adicione 2 gotas de indicador;
- ✓ Sopre a solução com o canudo e observe o que acontece.

Descarte de Resíduos:

Os resíduos gerados podem ser descartados sem necessidade de um tratamento específico, pois se tratam de sais.

Referência

SILVA, José Lúcio da; STRADIOTTO, Nelson Ramos. Soprando na água de cal. **Qnesc**, n. 10, p.51-53, nov. 1999. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/exper2.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2016.

APÊNDICE H – ROTEIRO EXPERIMENTAL – EFEITO DA TEMPERATURA

Efeito da temperatura – Equilíbrio amido-iodo

Objetivo:

Evidenciar de que modo a temperatura influencia no equilíbrio químico.

Material necessário:

- ✓ Tintura de iodo;
- ✓ Amido de milho;
- ✓ Tubos de ensaio com suporte;
- ✓ Erlenmeyer;
- ✓ Pinça de madeira
- ✓ Espátula;
- ✓ Água (não precisa ser destilada e/ou deionizada);
- ✓ Lâmpara à álcool ou bico de Bunsen;

Procedimento Experimental:

- ✓ Coloque uma alíquota de amido de milho em um tubo de ensaio e cubra-a com água, agitando o tubo para que todo o sólido se dissolva.
- ✓ Adicione uma gota da solução de tintura de iodo ao tubo contendo o amido de milho.
- ✓ Aqueça a mistura até a fervura e anote as observações. Cuidado ao fazer este aquecimento no bico de Bunsen, pois a mistura pode ser projetada para fora do tubo.
- ✓ Coloque o tubo em banho de água fria para resfriar a solução e anote suas observações.

Descarte de Resíduos:

Os resíduos gerados podem ser descartados sem necessidade de um tratamento específico, pois se trata de um complexo de iodo-amido.

Referência

PONTOCIÊNCIA. **Equilíbrio amido-iodo**. 2009. Disponível em: <<http://pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/equilibrio-amido-iodo/315>>. Acesso em: 12 maio 2017.

APÊNDICE I – ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

- 1) Foram indicados cinco vídeos durante as aulas. Quais deles você assistiu?
- 2) Caso não tenha visto algum dos vídeos, por que você não assistiu a esse(s) vídeo(s)?
- 3) Na sua opinião, o fato de não ter visto algum vídeo influenciou de alguma forma na sua aprendizagem e em sua participação em sala de aula? Por quê?
- 4) Foi mais fácil aprender o conteúdo através dos vídeos do que ter uma aula expositiva e/ou ler o livro didático?
- 5) Quais foram os aspectos positivos de utilizar os vídeos para aprender o conteúdo? Por quê?
- 6) E negativos? Por quê?
- 7) Você visualizou os vídeos mais de uma vez? Por que motivo?
- 8) Você anotou suas dúvidas durante a visualização?
- 9) Você viu outros vídeos e/ou leu o livro didático para compreender o assunto?
- 10) Como foram as atividades em sala de aula? Elas contribuíram para sua aprendizagem? Foi positivo realizar as atividades (experiência e simulação) em grupo?
- 11) Você gostaria de ter mais aulas utilizando a metodologia de ensino da sala de aula invertida no futuro?
- 12) Você entendeu o que é a metodologia da sala de aula invertida? Em algum momento você ficou confuso?
- 13) Você gostaria de acrescentar/dizer mais alguma coisa sobre suas experiências com esse tipo de aula?

APÊNDICE J – QUESTIONÁRIO SOBRE AS PERCPÇÕES DOS
ESTUDANTES SOBRE A SALA DE AULA INVERTIDA

1) Foram indicados cinco vídeos nas nossas aulas. Quais deles você assistiu?

R:

2) Caso não tenha visto algum dos vídeos, por que você não assistiu a esse(s) vídeo(s)?

R:

3) Na sua opinião, o fato de não ter visto algum vídeo influenciou em seu entendimento do conteúdo e na sua participação em sala de aula? Por quê?

R:

4) Quando você visualizou os vídeos?

Antes da aula de Química	Depois da aula de Química	Não visualizei os vídeos
()	()	()

5) A visualização dos vídeos me ajudou a compreender melhor o conteúdo de propriedades de ácidos e bases e escala de pH.

Concordo fortemente	Concordo	Nem concordo, nem discordo	Discordo	Discordo fortemente
()	()	()	()	()

6) A visualização dos vídeos me ajudou a compreender melhor o conteúdo de equilíbrio químico.

Concordo fortemente	Concordo	Nem concordo, nem discordo	Discordo	Discordo fortemente
()	()	()	()	()

7) Compreendo melhor o conteúdo quando explicado pelo professor em sala de aula.

Concordo fortemente	Concordo	Nem concordo, nem discordo	Discordo	Discordo fortemente
()	()	()	()	()

8) Fiquei confuso durante todo o tempo do projeto em que utilizamos a metodologia de ensino da sala de aula invertida.

Concordo fortemente	Concordo	Nem concordo, nem discordo	Discordo	Discordo fortemente
()	()	()	()	()

9) Fiquei motivado a aprender Química após a utilização da metodologia de ensino da sala de aula invertida.

Concordo fortemente	Concordo	Nem concordo, nem discordo	Discordo	Discordo fortemente
()	()	()	()	()

10) Fui mais ativo em minha aprendizagem durante o uso da metodologia de ensino da sala de aula invertida do que normalmente sou nas aulas de Química.

Concordo fortemente	Concordo	Nem concordo, nem discordo	Discordo	Discordo fortemente
()	()	()	()	()

11) Prefiro aprender o conteúdo das aulas em sala com o professor e fazer os exercícios em casa.

Concordo fortemente	Concordo	Nem concordo, nem discordo	Discordo	Discordo fortemente
()	()	()	()	()

12) Prefiro realizar as tarefas de sala sozinho do que realizá-las em grupo.

Concordo fortemente	Concordo	Nem concordo, nem discordo	Discordo	Discordo fortemente
()	()	()	()	()

13) A utilização da metodologia de ensino da sala de aula invertida me fez interagir mais frequentemente com os meus colegas de sala.

Concordo fortemente	Concordo	Nem concordo, nem discordo	Discordo	Discordo fortemente
()	()	()	()	()

14) a) Procurei outros vídeos e/ou li o livro didático e/ou procurei resumos na internet sobre o conteúdo para compreender o conteúdo.

Sim	Não
()	()

b) Caso tenha respondido sim, quais atividades você fez? Você pode assinar mais de uma alternativa.

Vi outros vídeos	Li o livro didático	Li resumos na internet
()	()	()

c) Por que você fez essa escolha?

Faltou informação no vídeo	Não entendi um termo	Não entendi a explicação	Procurei aprofundar o conhecimento
()	()	()	()

15) Se você assinalou um ou mais itens da questão anterior, escreva qual informação faltou, qual termo não entendeu, qual explicação não ficou clara e/ou qual conhecimento você desejou aprofundar.

R:

16) A visualização dos vídeos facilitou meu entendimento do conteúdo nas atividades em sala de aula (responder as perguntas sobre o vídeo, experimentos e simulação).

Concordo
fortemente

()

Concordo

()

Nem concordo,
nem discordo

()

Discordo

()

Discordo
fortemente

()

17) Agora avalie os aspectos técnicos dos vídeos. Como foi a qualidade das imagens e duração do vídeo? O que poderia ser melhorado?

R:

18) Ainda sobre os aspectos técnicos, como você avalia a fala da professora durante o vídeo? O que poderia ser melhorado?

R: